

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroniky

Diagnostika elektronických asistenčních systémů při výrobním
procesu HMMC

Diagnostics of Electronic Assistance Systems in The
Manufacturing Process of HMMC

2016

Ondřej Galuszka

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Ondřej Galuszka, DiS.**

Studijní program: N2649 Elektrotechnika

Studijní obor: 2612T015 Elektronika

Téma: Diagnostika elektronických asistenčních systémů při výrobním procesu
HMMC
Diagnostics of Electronic Assistance Systems in The Manufacturing
Process of HMMC

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Podrobně teoreticky rozeberte vytipované palubní sítě elektronických systémů vozidel Hyundai
2. Vytvořte schéma pohybu vozidla a kontrolních bodů pro testování funkčnosti osazovaných systémů ve výrobním procesu společnosti Hyundai Motor Manufacturing Czech s.r.o.
3. Na základě podrobné analýzy výrobního procesu najděte místo pro zlepšení kvality výroby a doplnění konkrétního diagnostického systému. Dle instrukcí vedoucího navrhnete a realizujete konkrétní diagnostický systém
4. Proveďte praktické ověření navrženého a realizovaného diagnostického systému

Seznam doporučené odborné literatury:


Dle pokynů vedoucího závěrečné práce.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **Ing. Petr Šimoník, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2015

Datum odevzdání: 29.04.2016



doc. Ing. Petr Palacký, Ph.D.
vedoucí katedry



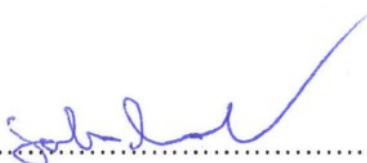
prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty



ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

„Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.“

29.dubna.2016

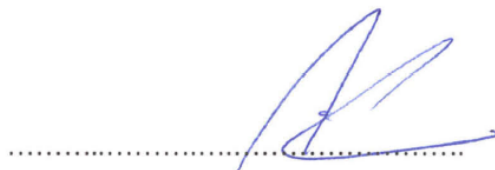


Podpis

PROHLÁŠENÍ ZÁSTUPCE SPOLUPRACUJÍCÍ PRÁVNICKÉ NEBO FYZICKÉ OSOBY:

“Souhlasím se zveřejněním této diplomové práce dle požadavků čl. 26, odst. 9 Studijního a zkušebního řádu pro studium v bakalářských/magisterských programech VŠB-TU Ostrava”

6.května 2016



Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych velice rád poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Petru Šimoníkovi, Ph.D. za jeho trpělivost a odborné rady, které mi pomohly při vypracování této diplomové práce. Dále bych rád poděkoval zaměstnavateli za prostor a poskytnuté materiály pro vypracování diplomové práce

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá koncepcí řízení a diagnostikou elektroniky asistenčních podvozkových systémů motorových vozidel. V teoretické část jsou popsány základní informace o elektronice a řízení asistenčních podvozkových systémů, jejich kalibraci v rámci výrobního procesu automobilu a testování během výstupní inspekce výrobního procesu. V praktické části je realizováno elektronické diagnostické zařízení asistenčních podvozkových systémů podporující základní diagnostické funkce, jehož úkolem je simulovat plánovanou modifikaci testovacího zařízení v závodě HMMC, a tím ověřit efektivitu tohoto návrhu. V rámci realizované diagnostické aplikace je v závěru práce provedeno ověření jednotlivých funkcí a vyhodnocení efektivity návrhu daného řešení.

Klíčová slova

CAN sběrnice, Řídicí jednotka ABS, asistenční podvozkové systémy, diagnostická aplikace, měření, Simulace, CANalyzer

ABSTRACT

This bachelor's thesis is dealing with control and diagnostic of chassis electronic systems. The theoretical chapter provides basic informations about chassis electronic systems, calibration during production process and testing during quality inspection. The practical chapter describes design and programming of electronic diagnostic tool for chassis electronic systems, which simulates planned, expensive modification of End of Line equipment in HMMC. As a confirmation of diagnostic tool proper function, the following experiments and measurements are executed, as same as effectiveness evaluation of suggested solution for inline equipment.

Key words

CAN-BUS; Electronic control unit ABS; Chassis control electronic systems; diagnostic program; measurement; Simulation; CANalyzer;

Seznam použitých symbolů a zkratk:

α = úhel svahu

a - zrychlení

ABS - Anti-lock Brake System, protiblokovací systém kol

ACEA – European Automobile manufacturer's Association

AFLS - Adaptive Front Light System, systém automatického nastavování světel

AQL – acceptable quality level, akceptovatelná úroveň nekvality

Atd. - a tak dále

AVN – Audio Visual Navigation, navigační systém

A/T – Automatic transmittion, automatická převodovka

A/BAG - Airbag

A/COND - Air Condition, systém klimatizace

A/D – analogově / digitální převodník

b - bit, základní jednotka kapacity paměti

bar – vedlejší jednotka tlaku

BCM - Body Control Module, elektronická řídicí jednotka komfortního systému

BUS – sběrnice

Can - Kanada

CAN - Controler Area Network, sériový komunikační protokol

CAN_H - CAN High, CAN vedení úrovně HIGH

CAN_L - CAN Low, CAN vedení úrovně LOW

CAPL - Communication Access Programming Language, programovací jazyk Canalyzer aplikace

DSC - Dynamic stability kontrol

DCT – Dual Clutch Transmittion, dvojspojkový typ převodovky

dyn. – dynamických

ECE –Error Code Eraser, kalibrační povýrobní zařízení

ECM - Electronic Control Module, řídicí jednotka

ECU - Electronic Control Unit, elektronická řídicí jednotka

EEPROM - Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory, elektricky vymazatelná nevolatelní paměť

el. – elektronický

el. – elektrický

EPB - Electronic Parking Brake, systém elektronické ruční brzdy

EOL –End Of Line, koncový kalibrační /inspekční proces

EPROM - Erasable Programmable Memory, semipermanentní typ paměti mazané UV zářením

ESP - Electronic Stability Program, elektronický stabilizační program

ESC - Electronic Stability Control, elektronický stabilizační program

ESS –Emergency Stop Signal, elektronická funkce blikajících brzdových světel

EU – European Union, Evropská Unie

F – síla

FL – Front Left, přední levý

FR – Front Right, přední pravý

g = kavitační konstanta

HAC – Hill Assist Control, elektronická asistenční funkce rozjezdu do kopce

HKMC – Hyundai Kia Motor Company

HSV - High pressure switching valve, ventil hydraulického modulátoru ESP pro zvyšování tlaku

HADS – Hyundai Advanced Monitoring System, stacionární zařízení na čtení chyb z řídicích jednotek

IP BOX - Intelligent Power Box, elektronická řídicí jednotka komfortního systému

ISO - International Organization for Standardization, Mezinárodní organizace pro normalizaci

KWP - Key Word Protocol, diagnostický protokol

$K\Omega$ - Kiloohm, jednotka elektrického odporu

KB - KiloByte, jednotka kapacity paměti

Kb - Kilobit, jednotka kapacity paměti

KHz - Kilohertz, jednotka frekvence

KPa - Kilopascal, jednotka tlaku

KWh - kilowatthodina, jednotka energie

LDWS – Line Departure Warning System, Systém hlídání vozidla v pruzích

LP – levý přední

LZ – levý zadní

m -hmotnost

MDPS - Motor Driven power Steering, elektrický posilovač řízení

MHz – MegaHertz, jednotka frekvence

MEX – Mexiko

NG – Negative, negativní

NHTSA - National Highway Traffic Safety Administration, Národní úřad pro bezpečnost dopravy

OBD - On-Board Diagnostics, palubní diagnostika osobního motorového vozidla

Obr. - obrázek

Ot. – otáčky

p = sklon svahu v %

PCU - Power Control Module, řídící jednotka motoru

podv. – podvozkových

PP – pravý přední

PZ – pravý zadní

RL – Rear Left, zadní levý

RR – Rear Right, zadní pravý

RAM - Random Access Memory, paměť s přímým přístupem

ROM - Read-Only Memory, elektricky nezávislá nepřepisovatelná paměť

Rx - Receive, příjem

ŘJ- řídící jednotka

SMK - Smart Key System, elektronický systém bezklíčového startování

SPAS – Smart Park Assist Systém, elektronický systém automatického parkování

s- sekunda

sec. - sekunda

Tab. - tabulka

TCU - Transmission Control Unit, řídící jednotka automatické převodovky

TCS – Traction Control Systém, Elektronická kontrola trakce

TPMS -Tire Pressure Monitoring System, systém sledování tlaku v pneumatikách

Tzn. - to znamená

Tzv. - tak zvaný

USB - Universal Serial Bus, univerzální sériová sběrnice

USV Switch-over valve , přepouštěcí ventil s omezovačem tlaku

UV - Ultraviolet, ultrafialové záření

USA – United States of America, Spojené Státy Americké

víceúčel. – víceúčelový

WT = tíha vozidla

YAW/RATE - snímač příčného natočení/zrychlení vozidla

Ω - Ohm, jednotka elektrického odporu

1	ÚVOD	1
1.1	Systémy jízdní bezpečnosti pro brzdění a pohon	2
2	USPOŘÁDÁNÍ ELEKTRICKÉ SOUSTAVY VOZIDLA HYUNDAI I30	4
2.1	Komponenty system regulace jízdní dynamiky	6
2.2	Antilock Braking Systems (ABS)	14
2.3	Electronic Stability Program (ESP)	15
3	PROCES KALIBRACE A TESTOVÁNÍ VOZIDLA V RÁMCI VÝROBNÍHO PROCESU 19	
3.1	End-of- Line (EOL) proces v automobilovém průmyslu	21
3.1.1	ERROR CODE ERASER	21
3.1.2	Roll brake test	22
3.1.3	HADS (HYUNDAI ADVANCED DIAGNOSTIC SYSTEM)	29
3.1.4	Test vozidla na zkušební dráze	30
4	PROBLÉM INSPEKCE BRZDOVÝCH SYSTÉMŮ	34
4.1	úvod	34
4.2	Popis problému	34
4.3	Analýza problému	36
4.4	návrh řešení	39
5	REALIZACE DIAGNOSTICKÉHO ZAŘÍZENÍ PRO OVĚŘENÍ EFEKTIVITY ŘEŠENÍ 40	
5.1	Volba komunikačního rozhraní a vývojového prostředí pro tvorbu aplikace	40
5.2	Realizace diagnostického systému ABS pomocí CANalyzer 8.5	41
5.2.1	návrh funkcí diagnostického systému	41
5.2.2	Realizace funkcí diagnostického systému	41
5.2.3	Vytvoření zdrojového kódu	45
6	EXPERIMENTÁLNÍ OVĚŘENÍ REALIZOVANÉHO MODELU	53
6.1	Ověření diagnostických funkcí realizovaného diagnostického zařízení	53
7	ZÁVĚR	60
	POUŽITÁ LITERATURA	62
	PŘÍLOHY	64

1 Úvod

Automobilový průmysl se v současné době řadí mezi nejvýznamnější odvětví strojírenského průmyslu. Bez automobilů by současná civilizace nemohla existovat a většina obyvatel by si bez automobilu svůj život nedokázala absolutně představit. Bez nadsázky můžeme říci, že automobil změnil svět stejně, jako např. elektřina. Vzhledem k neustále zvyšujícím se nárokům na přesnost řízení motoru z hlediska emisí, a také bezpečnost a komfort pasažerů v motorovém vozidle, došlo k aplikaci řídicí elektroniky do motorových vozidel a integraci funkcí do řídicích celků, tzv. řídicích systémů.

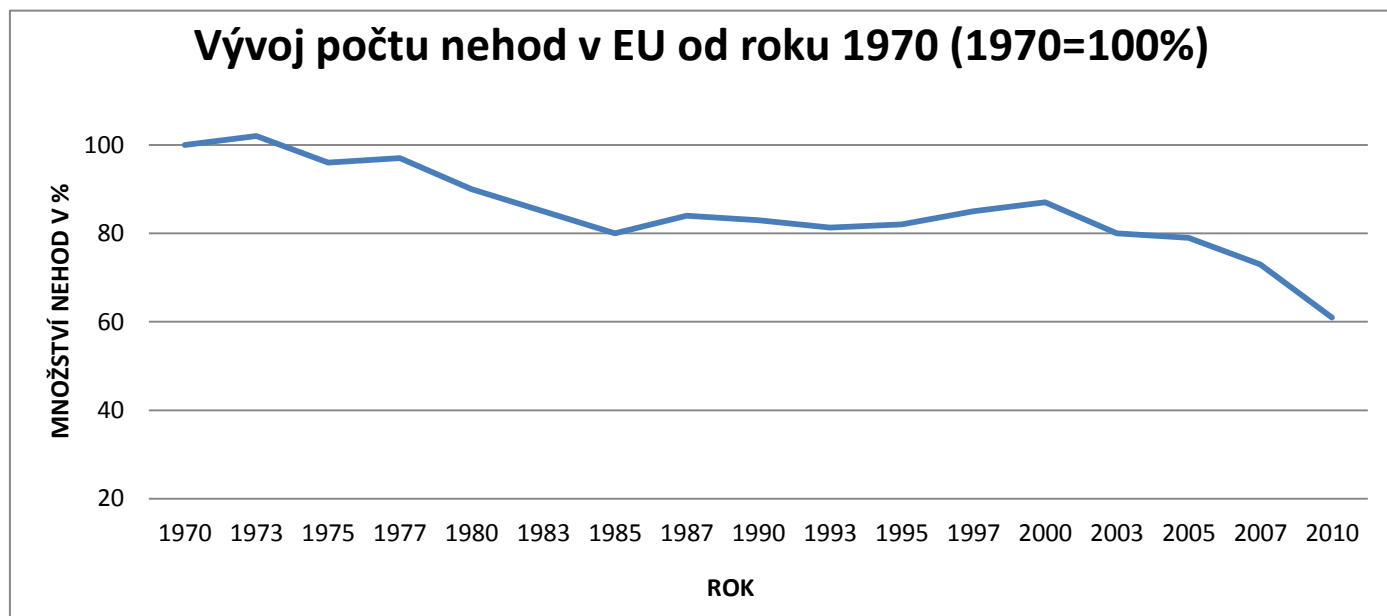
První elektronické zařízení v motorovém vozidle bylo rádio, 1. sériově vyráběné výrobcem Motorola již v roce 1930. Avšak největší přínos elektroniky byl v oblasti řízení jednotlivých funkčních celků motorových vozidel. Mikroprocesory, ve spolupráci s různými druhy snímačů, dnes provádějí automatické řazení, sledování průměrné spotřeby paliva, řízení vstřikování paliva a celého motoru, řízení klimatizace, regulaci jízdní dynamiky pomocí systému ABS (antiblock-brake-system) a změny charakteristiky odpružení vozidla, dále řízení zádržných a bezpečnostních systémů. Zmíněný výčet elektronických systémů je pouze příkladem vlivu moderní elektroniky v oblasti automobilového průmyslu.

Tato diplomová práce se zabývá koncepcí řízení elektroniky asistenčních brzdových systémů motorových vozidel a jejich testování v rámci výstupní inspekce výrobního závodu. Základní informace týkající se elektronických asistenčních brzdových systémů motorového vozidla, požadavků kladených na vozidlo v rámci inspekce a podrobný popis inspekce brzdových systémů v rámci výstupní kontroly, jsou popsány v teoretické části.

Praktická část popisuje průběh realizace diagnostického zařízení elektroniky brzdových systémů, které slouží k simulaci navrhované modifikace inspekčního zařízení ve výrobním závodě. Od úvodního popisu problematiky, specifikování požadavků přes návrh, až po samotnou realizaci. V praktické části této práce jsou ověřeny jednotlivé funkce daného diagnostického zařízení a vyhodnocen přínos pro zlepšení inspekčního procesu asistenčních brzdových systémů.

1.1 Systémy jízdní bezpečnosti pro brzdění a pohon

Přestože za posledních 30 let došlo v Evropské Unii ke značnému nárůstu motorových vozidel (téměř zdvojnásobení dopravní hustoty), počet dopravních nehod se snížil téměř o 40 %. Graf níže zachycuje trend nehodovosti v EU za posledních 30 let. (statistiky uvádějí, že na silnicích v Evropské Unii se v roce 2010 stalo přes 1 milión dopravních nehod)



Obr. 1: Vývoj počtu nehod v EU od roku 1970 zdroj:[9]str.2, autorem upraveno

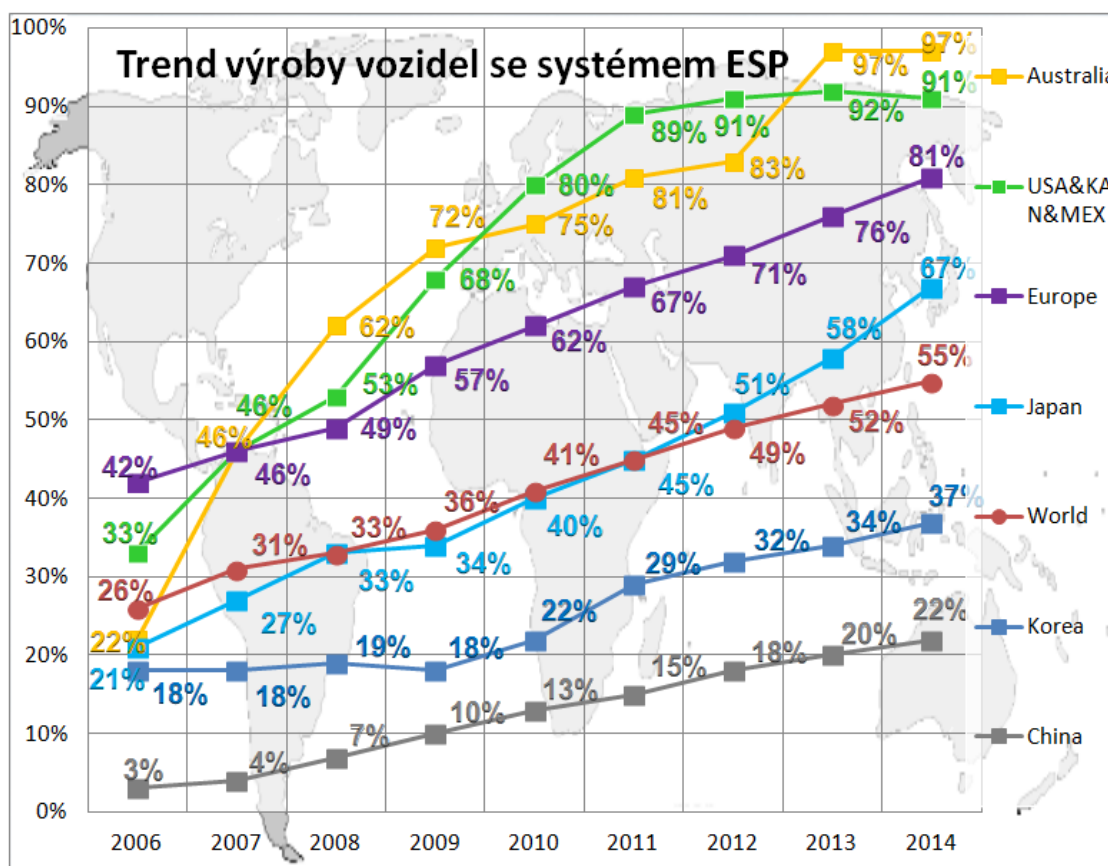
Touto skutečností lze jen potvrdit smysluplnost neustálého technického zlepšování motorových vozidel, zejména v oblasti bezpečnostních prvků. Regulací jízdní dynamiky ESP (electronic stability program), se podařilo jízdní bezpečnost posunout o další krok dopředu.

Druhy systémů jízdní bezpečnosti:

- Systém ABS se začal hromadně využívat koncem roku 1978. V současné době tvoří základ všech elektronických systémů jízdní bezpečnosti v automobilovém průmyslu. V Evropě a Severní Americe je ABS zabudován zhruba v 80% všech automobilů, celosvětový odhad je zhruba 70%. V současnosti je tento systém zabudován do všech nově prodávaných vozů. Na území Evropské unie vstoupilo toto nařízení v platnost 1.7.2006. Tato povinnost vznikla na základě dohody Asociace evropských výrobců automobilů (ACEA) a po posouzení odborníky uznala i Evropské Komise, že tato dohoda se přemění v povinnost pro všechny. Přestože se jedná o výrazné zvýšení bezpečnosti automobilů, je na místě říci, že systém ABS není vždy pro bezpečnost přínosný, ovšem negativ, které s sebou nese, je výrazně méně, než pozitiv. Výhodou nového nařízení byly jisté výjimky pro některé státy, které dostaly odklad pro tuto povinnost, stejně tak někteří výrobci specifických vozů mohly požádat o výjimku.
- Systém ESP se dostal do hromadné výroby v roce 1995. Zejména v Evropě se začal hojně využívat, čímž získal oporu u všech výrobců automobilů. Celkový počet vyrobených ESP modulů firmou Bosch přesáhl již v roce 2003 deset miliónů kusů. V současné době se jedná o standartní výbavu pro každý nově zakoupený vůz. Evropská komise schválila nařízení,

podle kterého musí mít každý nově homologovaný automobil povinně instalovaný systém ESP s platností od 1. listopadu 2011. Na nově prodané vozy se tato povinnost vztahuje od 1. listopadu roku 2014. Netýká se to ale jen osobních aut, ale i dodávek, tedy všech automobilů s hmotností do 3,5 tuny.

Graf níže potvrzuje celosvětový trend nárůstu využívání systému ESP v nových vozidlech. Od roku 2006 byl celosvětově zaznamenán více než dvojnásobný nárůst instalace ESP u nových vozidel.



Obr. 2: Celosvětový trend instalace ESP systémů do vozidel zdroj:[7]str.5, autorem upraveno

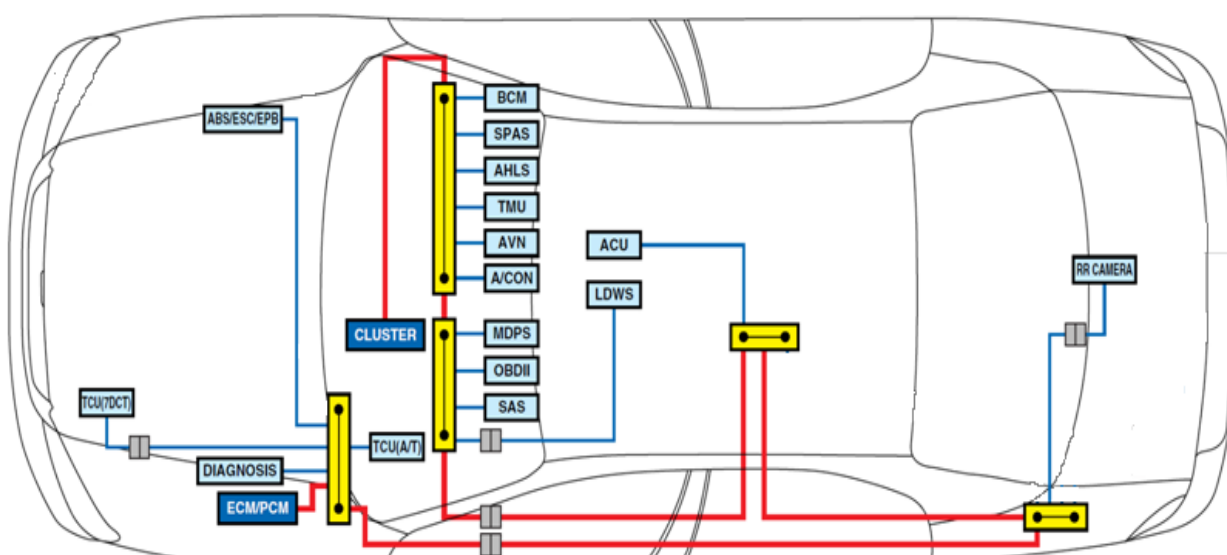
2 Uspořádání elektrické soustavy vozidla Hyundai i30

Původní model vozu Hyundai i30 se začal vyrábět ve výrobních závodech v Jižní Korei již v roce 2007 a od roku 2008 také jeho evropská verze v závodě Hundai Motor Manufacturing Czech v České Republice. Počátkem roku 2012 byl vystřídán modelem Hyundai i 30 nové generace, jehož vývoj byl svěřen do rukou evropskému vývojovému centru v německém Russhelshiemu. Nová generace zachovala přednosti původního modelu a doplnila je o nejmodernější technologie, nadčasový design a nové varianty pohonných jednotek.

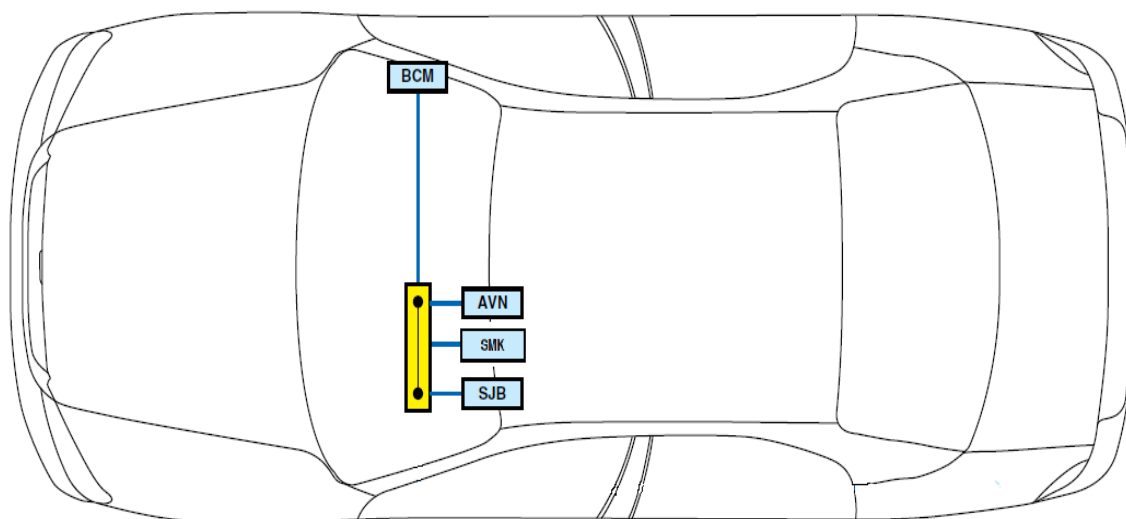
Generační vývoj nového modelu s sebou přinesl i výrazný pokrok v oblasti elektroniky elektronických systémů. Počet řídicích jednotek jednotlivých elektronických systémů se téměř zdvojnásobil, došlo k rozdělení komunikační sběrnice na samostatnou sběrnici pro hnací ústrojí (CAN CHASSIS) a sběrnici pro komfortní systémy (CAN BODY)

Na obrázku 3 je znázorněno propojení řídicích jednotek vozidla Hyundai i30 pomocí sběrnice CAN CHASSIS, na obrázu 4 poté CAN BODY. Tabulka 1 obsahuje výpis všech komponent.

- CAN CHASIS - zajišťuje komunikaci systémů hnacího ústrojí (ECU/TCU-řízení motoru/automatické převodovky), systémů zajišťujících ovladatelnost vozidla (brzdové a stabilizační systémy ABS/ASR/ ESP, snímač natočení vozidla YAW/RATE, elektrický posilovač řízení MDPS), zádržných systémů (systém A/BAG) a doplňkových funkcí souvisejících s hnacím ústrojím (elektronická ruční brzda EPB, adaptivní světlomety AFLS, řízení klimatizace A/CON, systém sledování tlaku v pneumatikách TPMS)
- CAN BODY – slouží ke komunikaci systémů zajišťujících komfortní funkce vozidla - IP BOX (zamykání/odemykání, světla, směrové ukazatele), BCM (indikace funkcí, zvuková signalizace, dálkové ovládání, stěrače, vyhřívání oken, asistent parkování, ostřikovače), SMK (bezklíčové startování)



Obr. 3: Struktura zapojení řídicích jednotek CAN CHASSIS vozidla Hyundai i30 zdroj:[16]str.187, autorem upraveno



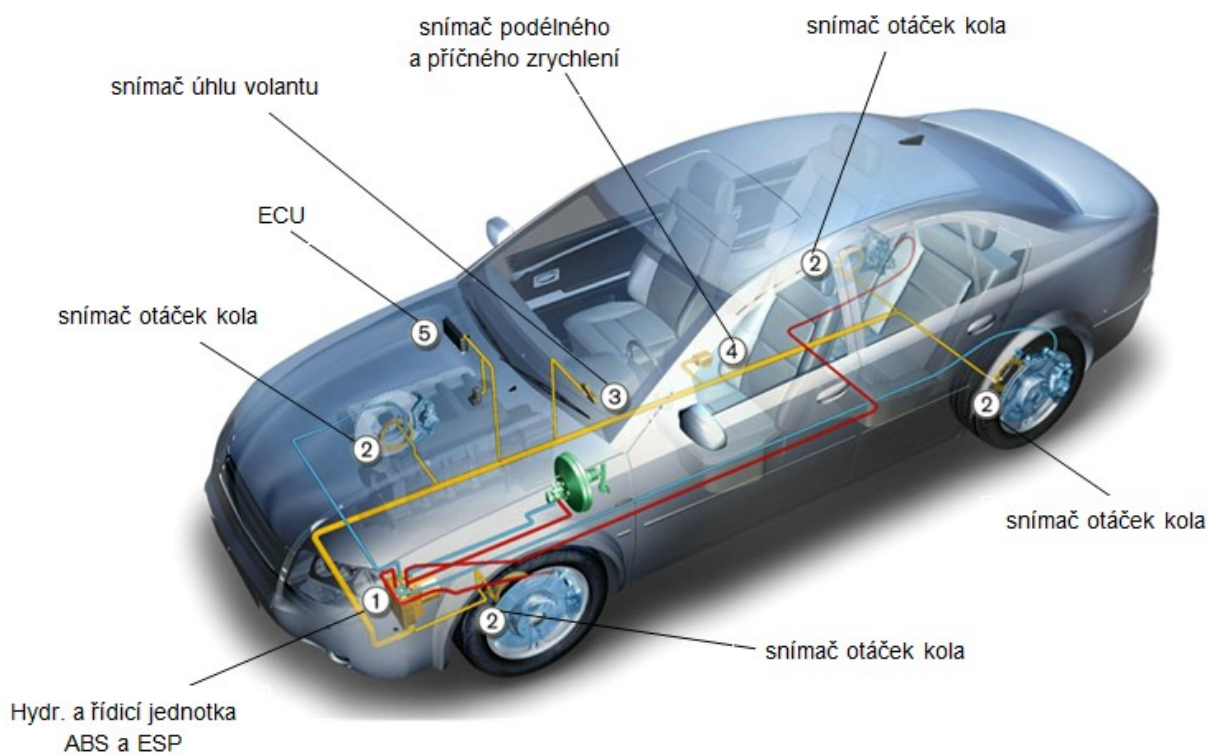
Obr. 4: Struktura zapojení řídicích jednotek CAN BODY vozidla Hyundai i30 zdroj:[16]str.187, autorem upraveno

Typ sběrnice	Název komponentu	Typ sběrnice	Název komponentu
C-CAN	PCM / ECM – ŘJ motoru (120Ohm)	C-CAN	SAS – snímač natočení úhlu volantu
C-CAN	TCU A/T – ŘJ aut. převodovky	C-CAN	TPMS – ŘJ tlaku v pneumatikách
C-CAN	TCU DCT – ŘJ DCT převodovky	C-CAN	EPB – ŘJ elektronické park. brzdy
C-CAN	ESC – ŘJ dyn.podv.systémů	C-CAN	YRS – snímač úhlu natočení vozu
C-CAN	CLUSTER – ŘJ přístrojové desky	C-CAN	SMK - ŘJ bezklíčového startu
C-CAN	MDPS – ŘJ posilovače řízení	C-CAN	OBD II – diag. zásuvka
C-CAN	A/ COND – ŘJ klimatizace	C-CAN	Diagnosis – víceúčel. diag.konektor
C-CAN	AVN – ŘJ navigace	B-CAN	BCM – ŘJ komfortní elektroniky
C-CAN	SPAS– ŘJ autotického parkování	B-CAN	SJB – ŘJ komfortní elektroniky 2
C-CAN	LDWS– ŘJ hlídání vozu v j. pruzích	B-CAN	SMK - ŘJ bezklíčového startu
C-CAN	AFLS– ŘJ aut. nastavování světel	C-CAN	ACU – ŘJ zádržných systémů

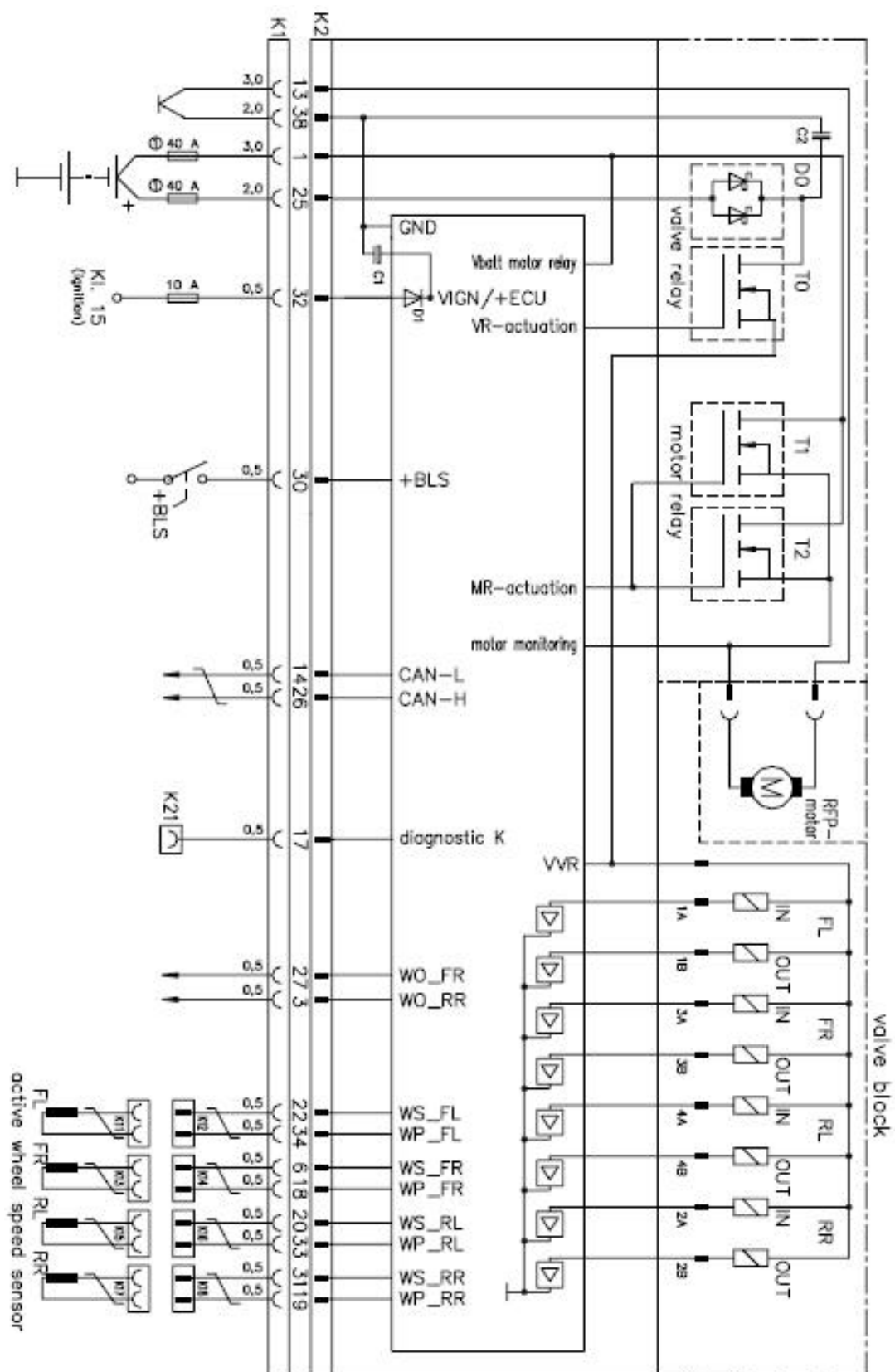
Tab. 1: Seznam řídicích jednotek vozidla Hyundai i30 připojených na sběrnici CAN zdroj:[16]str.188, autorem upraveno

2.1 Komponenty system regulace jízdní dynamiky

- Snímače – snímače vysílají měřený signál do řídicí jednotky, která určuje obvodovou rychlost jednotlivých kol / stáčivou rychlost vozidla apod /tlak brzdového systému apod.
- Řídicí jednotka – úkolem řídicí jednotky je filtrovat a zesílit signál obdržený ze snímačů, na základě kterého dál počítá skluz brzděných kol a úhlové zrychlení / zpomalení jednotlivých kol apod.
- Hydraulická jednotka – společně s řídicí jednotkou tvoří jeden celek. V hydraulickém brzdovém systému je umístěna mezi hlavní brzdovým válcem a brzdovými válečky kol. Jedná se o akční člen, který provádí příkazy řídicí jednotky a řídí elektromagnetické ventily, čímž je schopna regulovat tlak v brzdových válečcích kol na optimální brzdný účinek i v případě, kdy brzdný tlak vytvořený řidičem je mnohonásobně vyšší než optimální.
- Brzdy kol – jedná se o akční člen vytvářející samotný brzdný účinek přímo na kolech vozidla. Optimální brzdný tlak, který je přenášen přímo z hydraulické jednotky, vytváří v brzdách rozpínací sílu pro přitlačení brzdových obložení na bubnovou brzdu, či brzdových destiček na brzdový kotouč.



Obr. 5: přehled komponentů el. systémů jízdní dynamiky zdroj:[8]str.18, autorem upraveno



Obr. 6: schéma zapojení elektronického systému ESP:[17]str.22, autorem upraveno

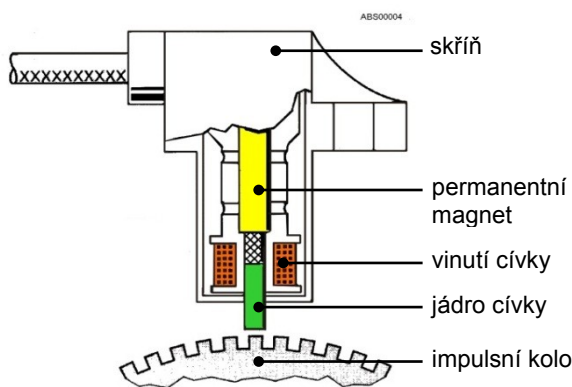
Snímače

Snímače jsou společně s akčními členy v podstatě periférie rozhraní mezi vozidlem, jeho komplexními funkcemi (pohon, brzdy, podvozek, karosérie, řízení, navigace atd.) a digitální řídicí jednotkou, která provádí zpracování. Zpravidla se signály snímačů upravují pomocí přizpůsobovacích obvodů do standardizovaného tvaru požadovaného řídicí jednotkou.

Induktivní snímač otáček kol

Řídicí jednotka odvozuje ze signálů otáček rychlost otáčení kol.

Hlavní částí induktivního snímače je permanentní magnet. S ním je spojen pólový nástavec, na kterém je navinuta cívka. Jádrem cívky je namontováno přímo proti feromagnetickému impulznímu kolu a odděleno vzduchovou mezerou. Otáčením impulzního kola dochází ke střídání části kola zub-mezera před jádrem cívky a díky této změně dochází k indukci sinusového průběhu v cívkce snímače. Zvyšujícími se otáčkami prudce roste amplituda výstupního střídavého signálu.



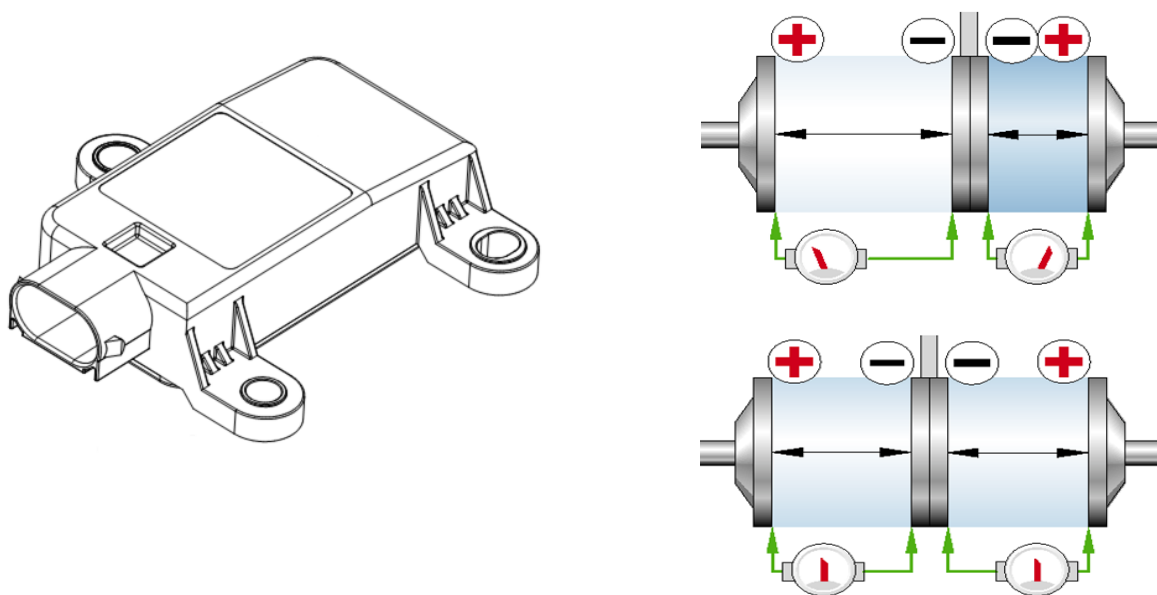
Obr. 7: Induktivní snímač otáček zdroj:[6]str.55, autorem upraveno

Snímač příčného zrychlení

Pro měření příčného zrychlení se využívá fyzikální efekt setrvačné síly, které působí na zrychlované těleso.

Snímač příčného zrychlení pracuje na kapacitním principu. Snímač se skládá ze dvou za sebou zapojených kondenzátorů, a že je možno působením síly měnit polohu prostřední desky (společné oběma kondenzátorům). Každý kondenzátor má nějakou kapacitu, je tudíž schopen pojmout určité množství elektrického náboje.

Pokud nepůsobí žádné příčné zrychlení, má střední deska od obou krajních stejnou vzdálenost. To znamená, že oba kondenzátory mají stejnou kapacitu. Působením příčného zrychlení se střední deska vychýlí, což znamená, že jedna vzdálenost bude delší a druhá kratší. Tím se změní i kapacity obou kondenzátorů. Na základě změn kapacit může elektronické zařízení zjišťovat směr a velikost příčného zrychlení.

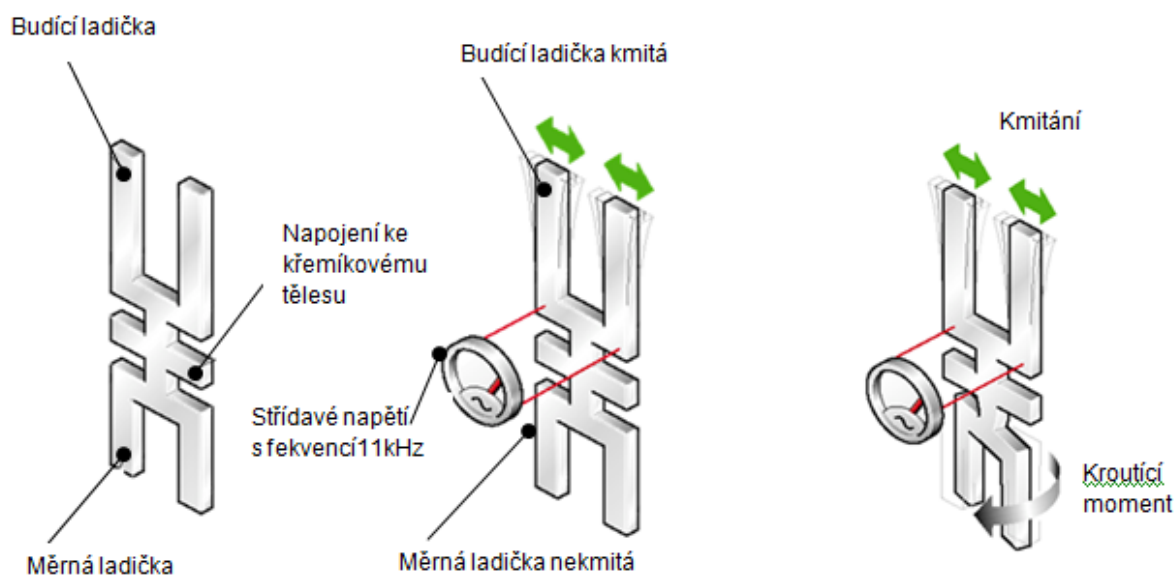


Obr. 8: princip snímače příčného zrychlení:[6]str.81, autorem upraveno

Snímač stáčivé rychlosti

Základní součástí snímače rotační rychlosti je mikromechanický systém s dvojitou ladičkou z monokrystalu křemíku, který je umístěn na malém elektronickém dílu na destičce snímače. Přivedením střídavého napětí se ladička rozkmitá. Dvojité ladička je konstruována tak, aby se budící ladička rozkmitala při frekvenci 11 kHz (přesně) a měrná ladička při frekvenci 11,33 kHz..

Zatímco se měrná ladička a zbytek snímače rotační rychlosti spolu s vozidlem působením otáčivého zrychlení pohybuje, budící ladička za tímto pohybem zaostává. Tím se dvojité ladička zkroutí do tvaru šroubovice (vývrtky). Toto zkroutení způsobí změnu v rozdělení nábojů v ladičce, což je měřeno elektrodami a vyhodnocováno elektronickými komponenty

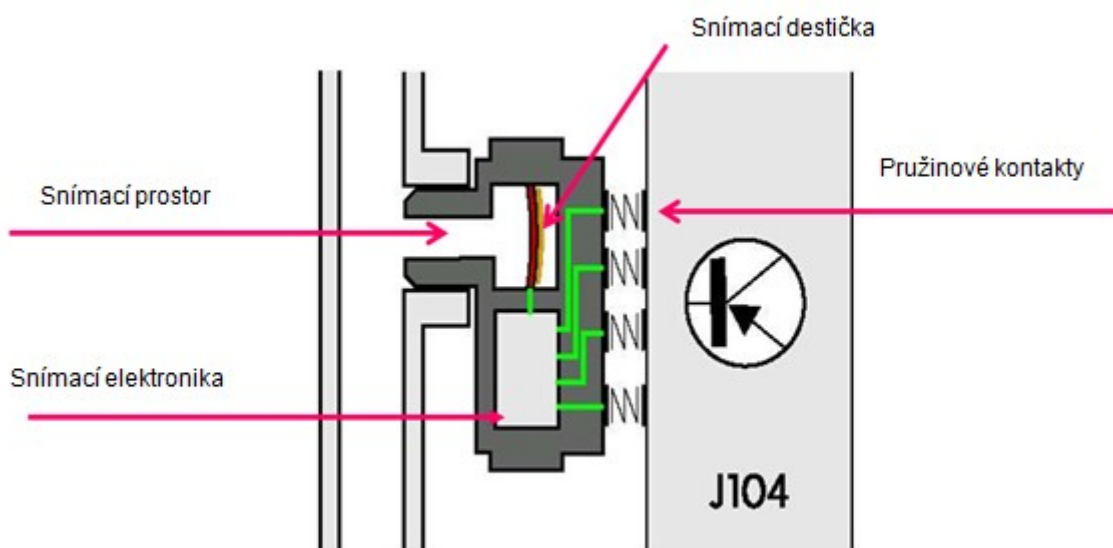


Obr. 9: princip snímače stáčivé rychlosti:[6]str.91, autorem upraveno

Snímač tlaku brzdové kapaliny

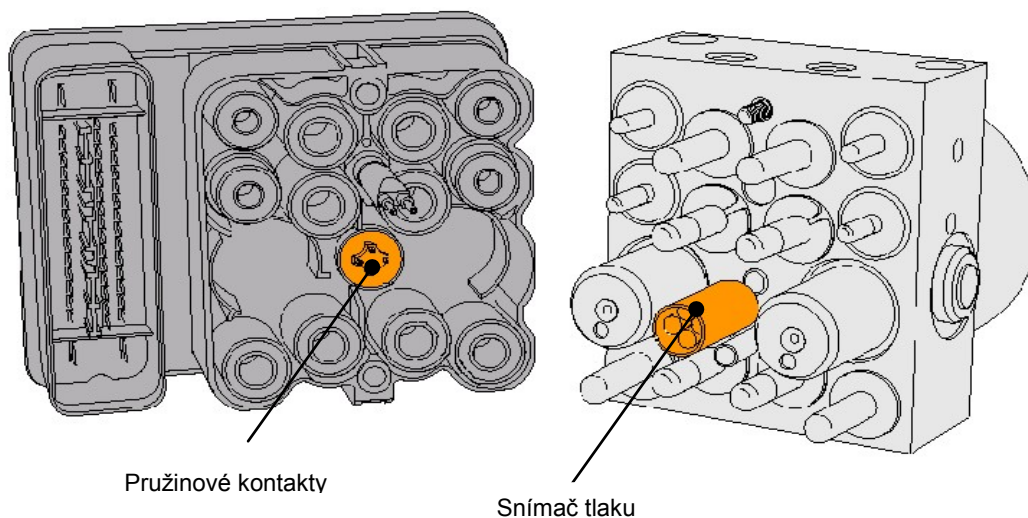
Základem pro měření je snímací destička. Ta se nachází ve snímacím prostoru a funguje na principu tenzometrického snímače, který je tlakem deformován a mění své magnetické pole. Roztažením membrány je možné získat změnu napětí, nebo změnu frekvence, která odpovídá reálnému tlaku. Tento signál je vyhodnocen snímací elektronikou, která je přes pružinové kontakty propojena s řídicí jednotkou ESP systému

Pro regulaci jízdní dynamiky je zapotřebí snímač, který je odolný vůči vysokým hodnotám tlaku v hydraulickém systému (až 350 bar), a větší teplotní rozsah (snímač je umístěn v motorovém prostoru).



Obr. 10: princip snímače tlaku brzdové kapaliny:[6]str.55, autorem upraveno

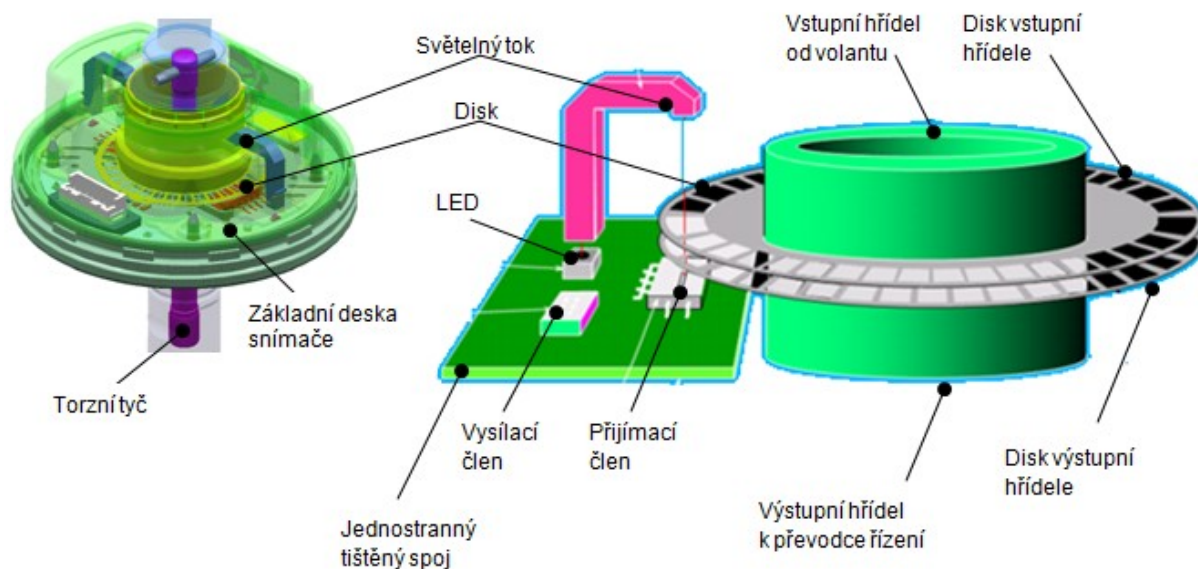
U nových systémů ESP Continental TEVES MK60 je snímač tlaku integrován do hydraulické části ESP modulu a s elektronickou řídicí jednotkou je propojen pružinovými kontakty.



Obr. 11: integrace snímače tlaku do hydraulického modulátoru:[19]str.6, autorem upraveno

Snímač natočení úhlu volantu

Snímač úhlu natočení volantu pracuje na principu tzv. světelné závory. Světelný tok ze zdroje světla, který míří na snímače, je přerušován clonkami. Přerušovací clonky jsou seřazeny v mezikružích odlišně. Jeden kruh má řazení clonek tzv. absolutní. To znamená, že jsou všechny stejně veliké. Druhý kruh je uspořádán tzv. přírůstkově (inkrementálně). Vzniklé dva různé signály pak ŘJ porovnává, vypočítává rychlost a úhel natočení volantu.



Obr. 12: princip snímače úhlu natočení volantu:[16]str.221, autorem upraveno

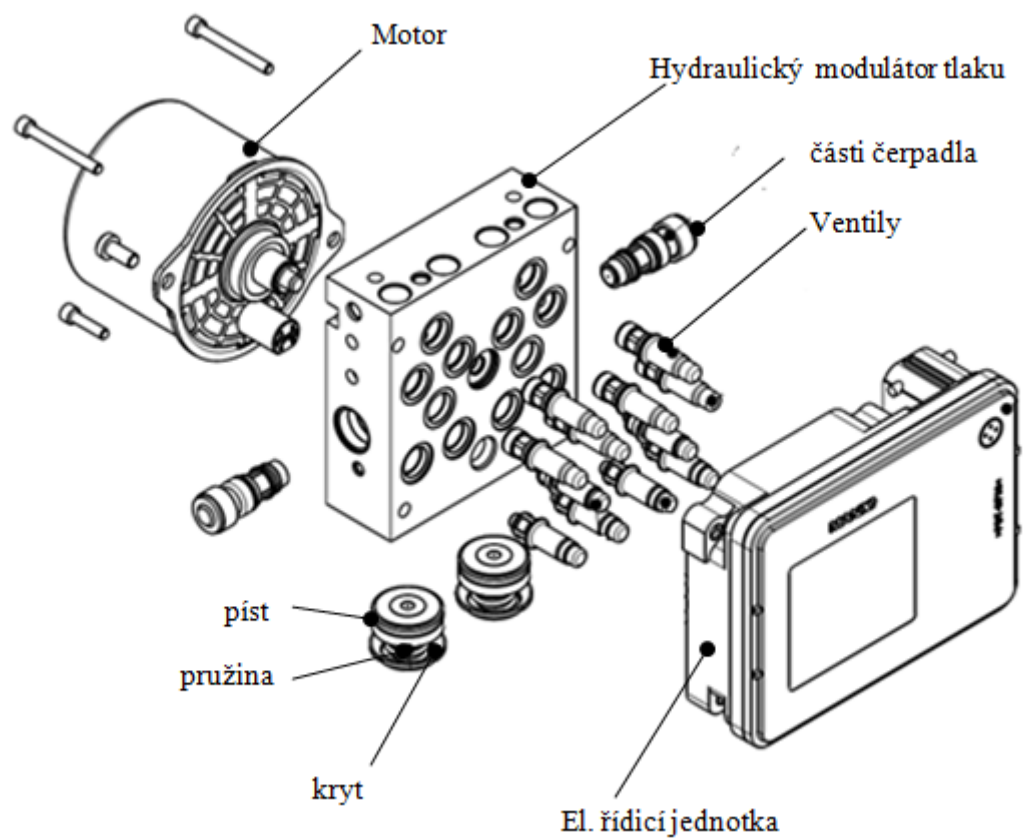
Hydraulický modulátor tlaku

Hlavním úkolem modulátoru tlaku je změna brzdného tlaku, a tím i brzdného účinku, prostřednictvím elektromagnetických ventilů, které ovládá elektronická řídicí jednotka.

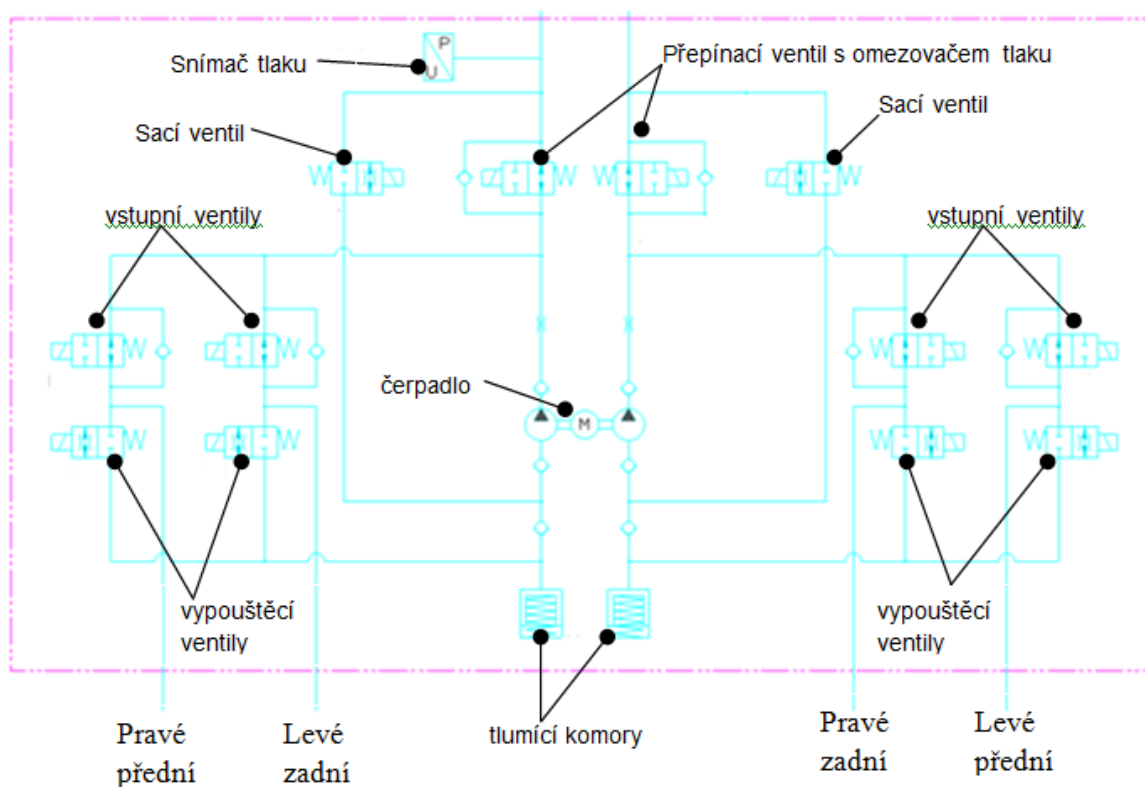
Jedná se vlastně o hydraulické spojení mezi hlavním brzdovým válcem a jednotlivými brzdami na kolech vozidla.

Modulátor tlaku obsahuje čerpadlo pro odčerpání kapaliny v případě potřeby snížení brzdného tlaku a zásobníkové komory, které odčerpanou brzdovou kapalinu zachycují. Dále se zde nachází i tzv. tlumicí komory, které slouží k tlumení kolísání tlaku v brzdovém okruhu.

Hydraulický modulátor dále obsahuje čtyři dvojice vstupních a výstupních ventilů a dvě dvojice přepínacích a sacích ventilů. Vstupní / výstupní ventily slouží k modulaci brzdného tlaku během regulace tlaku v brzdách jednotlivých kol. Oproti tomu přepínací a sací ventily slouží k aktivnímu zvyšování tlaku (bez stlačení brzdového pedálu řidičem) na brzdách jednotlivých kol.



Obr. 13: 3-D náhled na jednotlivé části ESP modulu :[17]str.8, autorem upraveno



Obr. 14: schéma hydraulického modulátoru ESP :[17]str.19, autorem upraveno

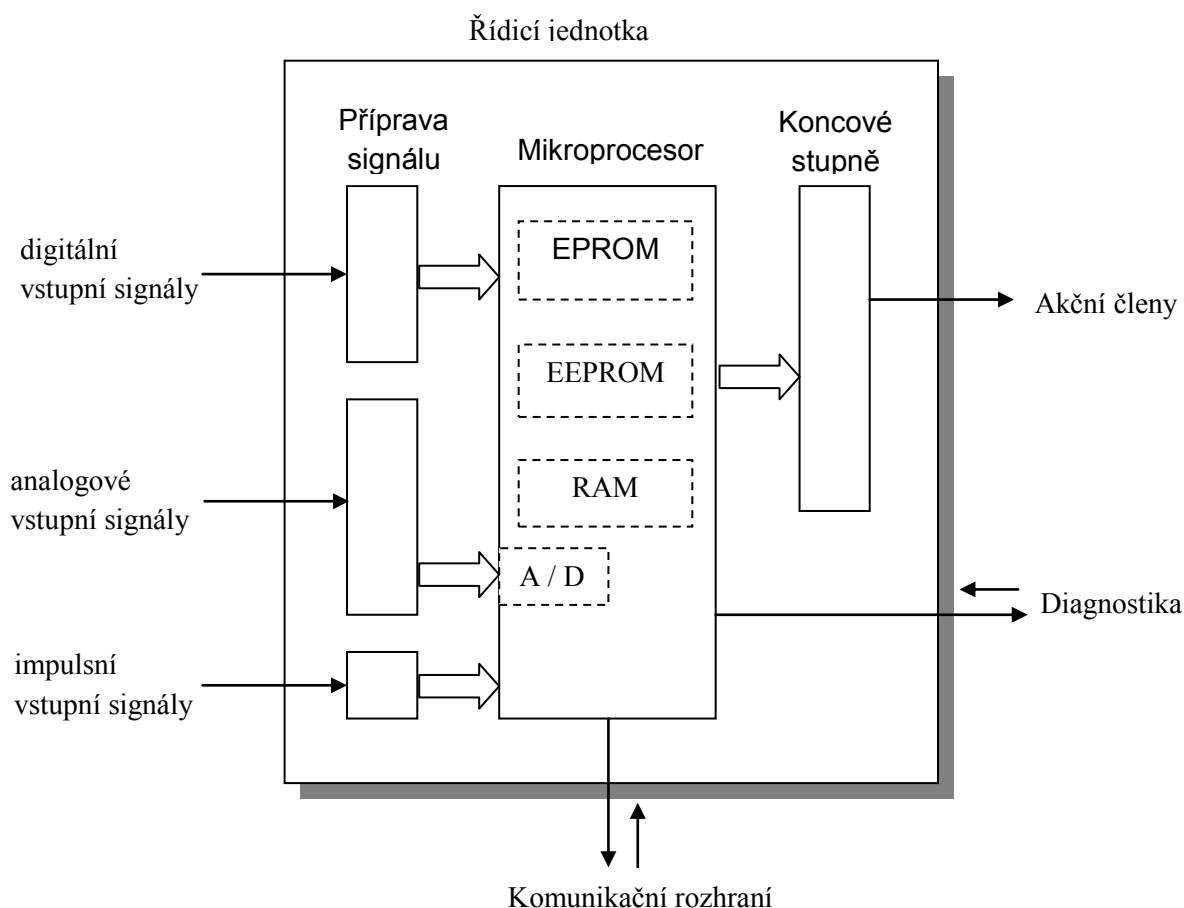
Řídicí jednotka

Řídicí jednotka je navržena tak , aby mohla být nainstalována přímo na hydraulický modulátor, což má velkou výhodu především v úspoře kabeláže, která by jinak byla zapotřebí na propojení řídicí jednotky a elektromagnetických ventilů v hydraulickém modulátoru. Další výhodou lze spatřit v tom, že na propojení řídicí jednotky, hydraulického modulátoru a zpětného čerpadla stačí pouze jeden konektor. Nejčastěji využívaný typ řídicí jednotky je 4 / 4 (čtyři kanály / čtyři snímače).

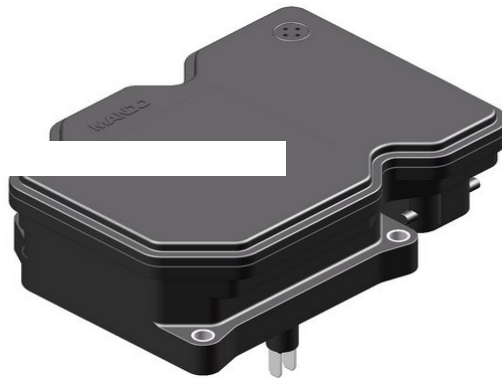
Blokové schéma níže znázorňuje hlavní části řídicí jednotky. Frekvence mikroprocesoru bývá přibližně 20 MHz a paměť ROM 128 KB. Kapacita paměti do 256 KB je dostačující pro ABS systém s veškerými doplňujícími funkcemi. U více komplexnějších systémů, jako je např. ESP, je ovšem zapotřebí kapacita ROM paměti < 1MB. Ze závislosti na rostoucích požadavcích na kapacitu paměti se u složitějších systémů používají také mikroprocesory s vyššími frekvencemi.

Software pro řízení elektroniky brzd se skládá z následujících částí:

- základní operační systém
- software pro vlastní diagnostiku a kontrolu vnitřních systémů
- software udávající specifické požadavky na řízení dynamiky brzd
- software výrobce řídicí jednotky (tzv. aplikační software)



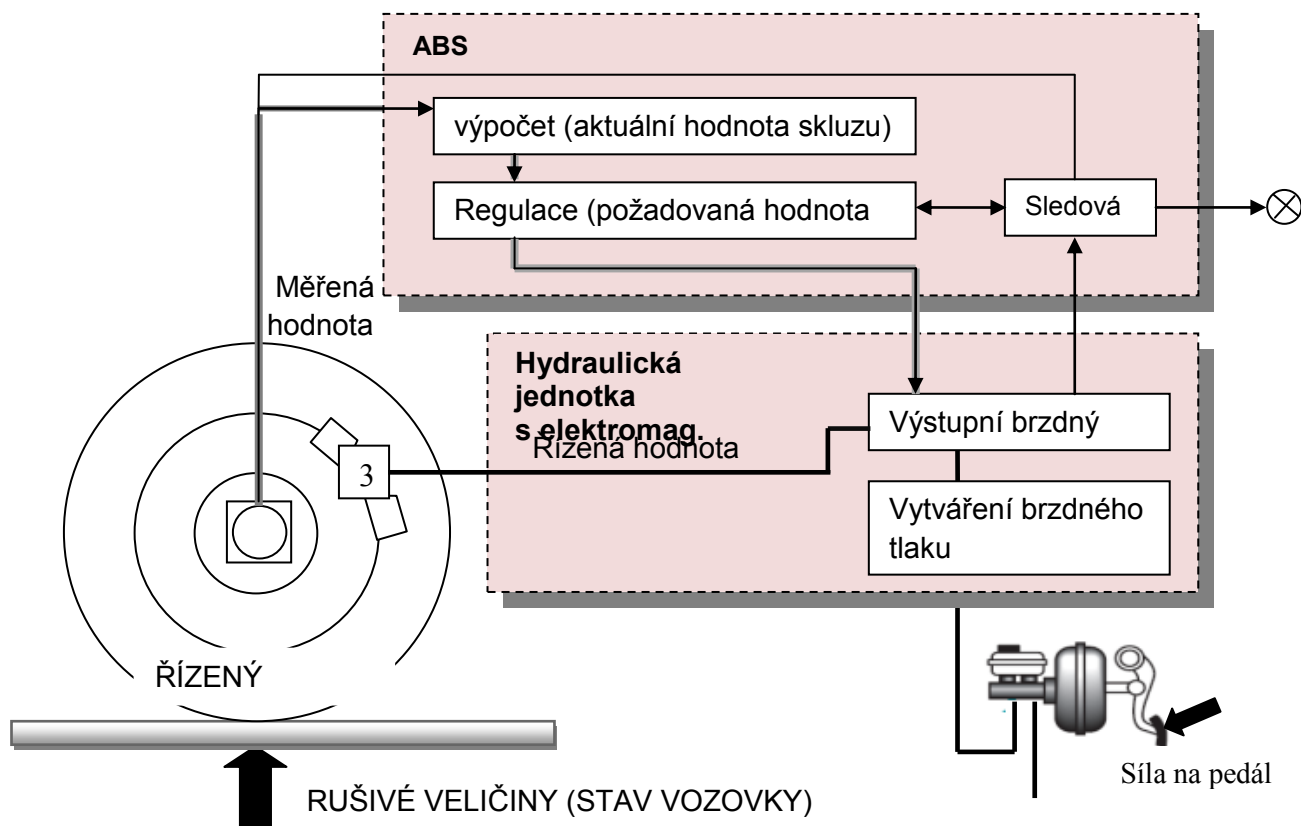
Obr. 15: blokové schéma řídicí jednotky ESP



Obr. 16: 3-D model řídicí jednotky ESP:[17]str.31, autorem upraveno

2.2 Antilock Braking Systems (ABS)

Protiblokovací systémy brzdění (ABS) můžeme označit jako systémy řízení a regulace brzdného účinku v uzavřené smyčce (tzv. closed loop), které předchází zablokování kola při kritickém brzdění, čímž zajišťují stálou ovladatelnost a stabilitu vozidla. Obecně vzato, vliv systému ABS na brzdnou dráhu vozidla je taktéž pozitivní, především ve srovnání s brzdnou dráhou v případě, jsou-li kola zablokována, což jsou především situace při brzdění na vozovce se sníženým součinitelem adheze (děšť, led, sníh apod.). Při těchto podmínkách dochází ke snížení brzdné dráhy se systémem ABS zhruba o 10 %, či i mnohonásobně více (v závislosti na součiniteli adheze). Při určitých specifických provozních podmínkách může systém ABS mít za následek i mírný nárůst brzdné dráhy, ovšem za zachování stability a ovladatelnosti vozidla.



Obr. 17: princip řízení ABS v uzavřené smyčce

Princip činnosti

2/2–cestný elektromagnetický ventil (vstupní) s dvěma hydraulickými přípojkami (1. Hydraulické vedení od hlavního brzdového válce, 2. Hydraulické vedení k brzdě na kole) a dvěma pozicemi (poloha “zavřen” / výchozí poloha “otevřen”) je u klasického brzdového systému umístěn mezi hlavní brzdový válec a brzdový váleček brzdy kola.

Činnost můžeme rozdělit do tří základních činností:

- Základní nastavení při standartním brzdění – vstupní ventil otevřen, systémový tlak je tedy vytvářen v hlavním brzdovém válci a beze změny může být distribuován k brzdovým válečkům jednotlivých kol. Výstupní ventil, taktéž elektromagnetický ventil typu 2/2 je v tomto momentu zavřen

V případě, že řídicí jednotka ABS vyhodnotí (na základě informace ze snímače rychlosti kol) náhlé nepřiměřené zpomalení kola (= může mít za následek jeho zablokování), ABS systém předejde této situaci tím, že znemožní další nárůst brzdného tlaku na brzdovém válečku kola. Tím nastává další stav:

- Činnost udržování tlaku – vstupní a výstupní ventil je zavřen, což má za následek udržování konstantního brzdného tlaku daného kola

Dochází-li, i přes stabilizaci tlaku v brzdovém systému, neustále k poklesu obvodové rychlosti kola, nastává další stav:

- Činnost snížení tlaku – vstupní ventil zůstává zavřen, výstupní však mění svůj stav do polohy „otevřeno“, čímž umožní odčerpání brzdové kapaliny pomocí zpětného čerpadla do zásobníku, čímž tlak na brzdě kola poklesne.

Tímto způsobem se může tlak plynule, ale také vlivem impulsního řízení, zvyšovat nebo snižovat. Na základě velikosti součinitele adheze probíhá 4 – 10 regulačních cyklů za sekundu, což je umožněno elektronickým zpracováním signálu jednotkou ABS a velmi krátkými dobami odezvy.

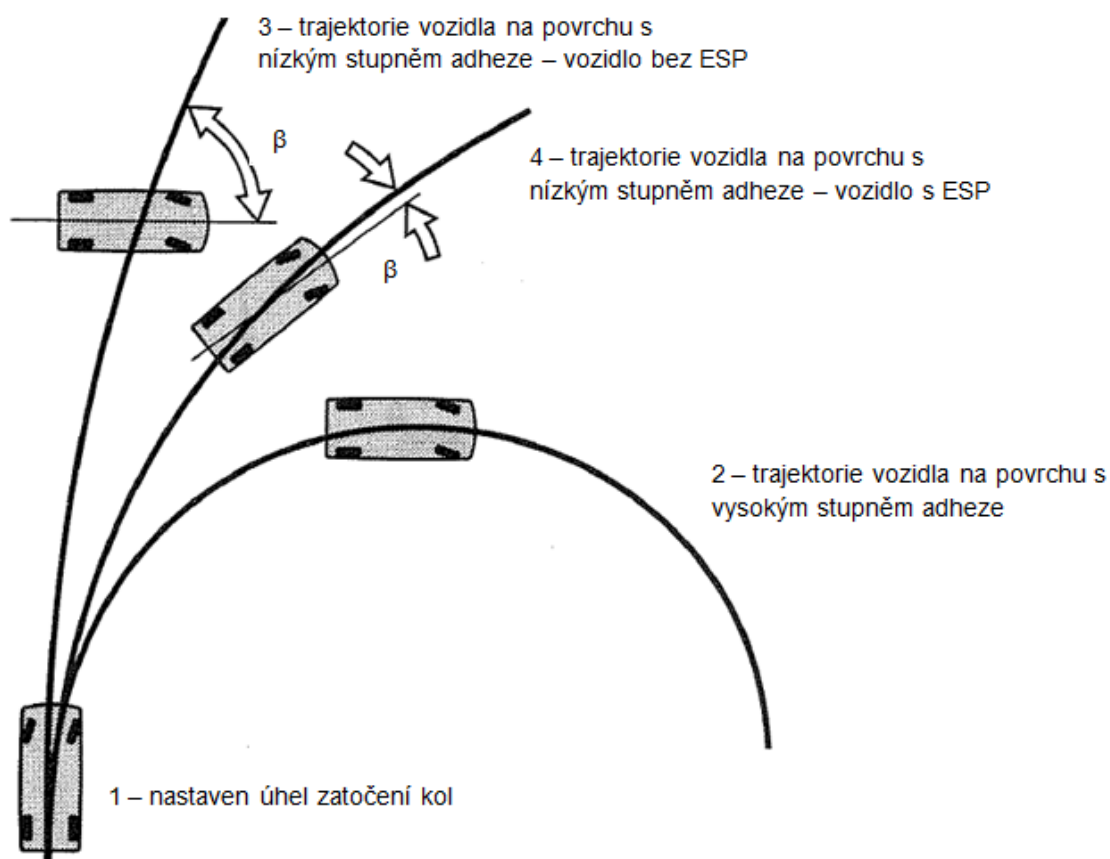
2.3 Electronic Stability Program (ESP)

Elektronický stabilizační systém ESP je možné taktéž označit jako systém řízení a regulace brzdného účinku v uzavřené smyčce (closed loop), který je součástí brzdného systému motorového vozidla a má za úkol zabránit nekontrolovanému vybočení motorového vozidla do strany, tj. kolem svislé osy. Zatímco ABS systém zabráňuje zablokování kol při brzdění, TCS zabráňuje protáčení se řízených kol, ESP cíleně brzdí jednotlivá kola, např. brzdění levého zadního kola při nedotáčivosti, nebo pravého předního kola při přetáčivosti přispívá k tomu, aby se tento cíl co nejlépe splnil. K tomu účelu může také ESP určitými zásahy motoru zrychlit hnací kola, aby se zaručila stabilita vozidla.

Pro dobrou ovladatelnost vozidla je důležité, aby vozidlo udržovalo trajektorii, která co nejvíce kopíruje trajektorii natočení kol (obr. 18 boční dynamika vozidla - trajektorie č. 2). Během zatáčení dochází k tomu, že boční síly působící na pneumatiku zůstávají značně pod kritickou hranicí koeficientu tření mezi vozovkou a pneumatikou. Díky tomu křivka stáčivé rychlosti odpovídá úhlu natočení kol.

Ačkoliv pouhé řízení stáčivého pohybu vozidla na základě úhlu natočení kol se ukazuje jako nedostatečné a vozidlo se i tak může stát nestabilním (obr. č. 18 boční dynamika vozidla - trajektorie č. 3).

ESP proto řídí nejen stáčivou rychlost ψ (úhlovou rychlost vozidla kolem svislé osy), ale také úhel směrové úchylky těžiště vozidla β - úhel mezi vektorem rychlosti těžiště vozidla a podélnou osou vozidla (obr. č. x boční dynamika vozidla - trajektorie č. 4).

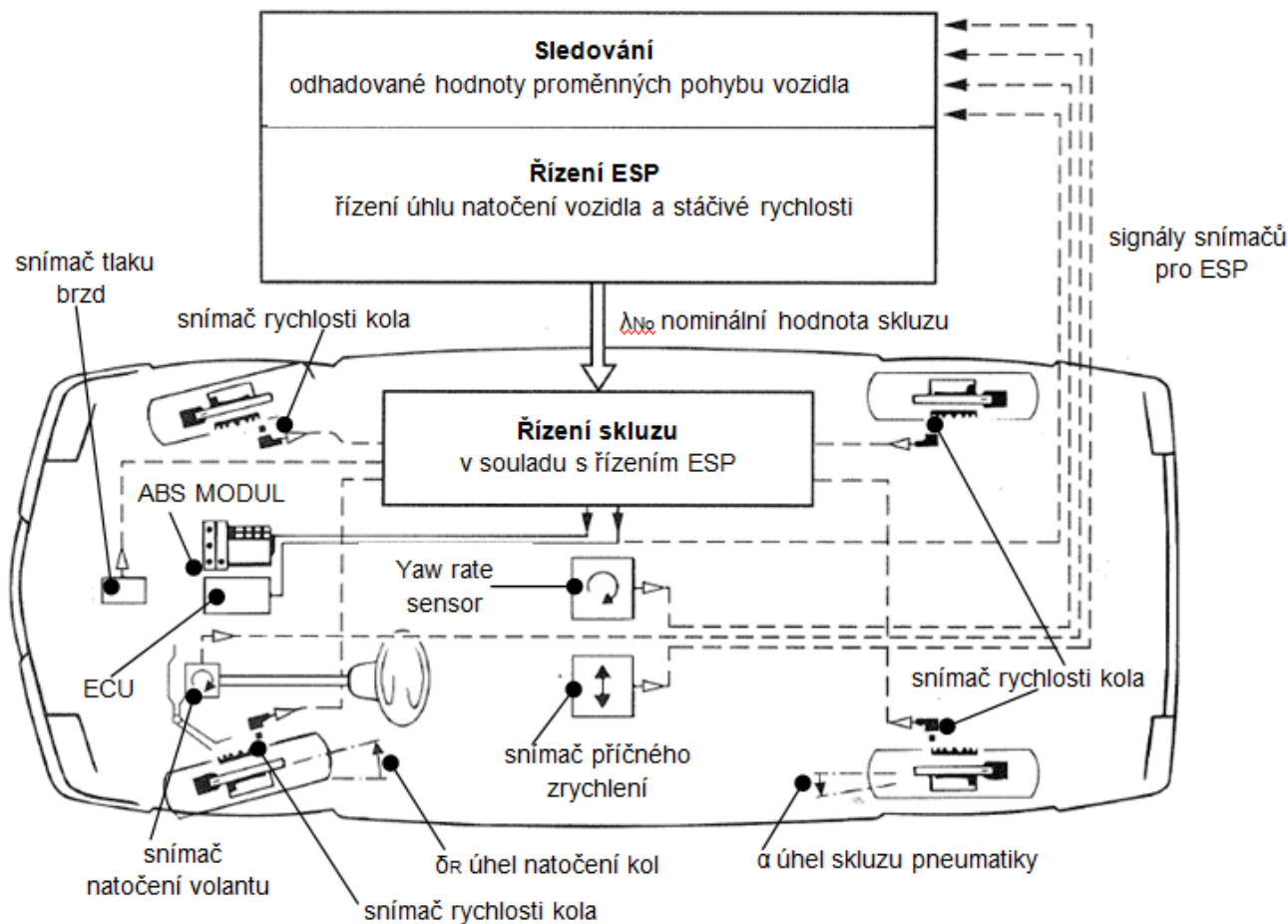


Obr. 18: dynamika vozidla v podélném směru:[13]str.41, autorem upraveno

Řídicí systém ESP

logika dynamického řízení vozidla vychází ze třech základních faktů:

- podélná rychlost vozidla
- příčná rychlost vozidla
- stáčivá rychlost vozidla kolem svislé osy



Obr. 19: regulační systém řízení ESP v uzavřené smyčce zdroj:[13]/str.188, autorem upraven

Aby však bylo možné správně definovat nominální hodnoty chování vozidla, je zapotřebí vyhodnocovat řidičovy požadavky v podobě signálů:

- snímačů polohy volantu (požadavek na směr jízdy)
- tlaku brzdové kapaliny (požadavek decelerace vozidla)
- řízení motoru (požadavek na kroutící moment motoru).

V případě nominální hodnoty rychlosti vozidla je zapotřebí vzít v úvahu součinitele tření mezi vozovkou a pneumatikou, což je vyhonocováno na základě signálů:

- snímačů rychlosti jednotlivých kol
- snímače podélného zrychlení
- snímače příčného zrychlení

- snímače brzdného tlaku.

V závislosti na odchylce řízení, kdy jsou porovnány reálné proměnné s požadovanými, je počítán moment stáčení vozidla. Aby bylo dosaženo požadovaného momentu stáčení vozidla, je zapotřebí docílit změny skluzu jednotlivých kol pomocí dynamického řízení vozidla. Toho je docíleno pomocí snížení hodnoty brzdného skluzu a řízení trakce kol díky modulátoru brzdného tlaku a regulace výkonu motoru.

Základem jsou již osvědčené komponenty ABS a TCS systému. Hydraulický modulátor umožňuje aktivní brzdění všech kol. Oproti hydraulickému modulátoru ABS má ten pro ESP navíc:

- HSV = high pressure switching valve (priming valve) – sací ventil
- USV = Switch-over valve – přepouštěcí ventil s omezovačem tlaku

Funkci je možné rozdělit do 5 základních stavů (popis na základě obr. 15):

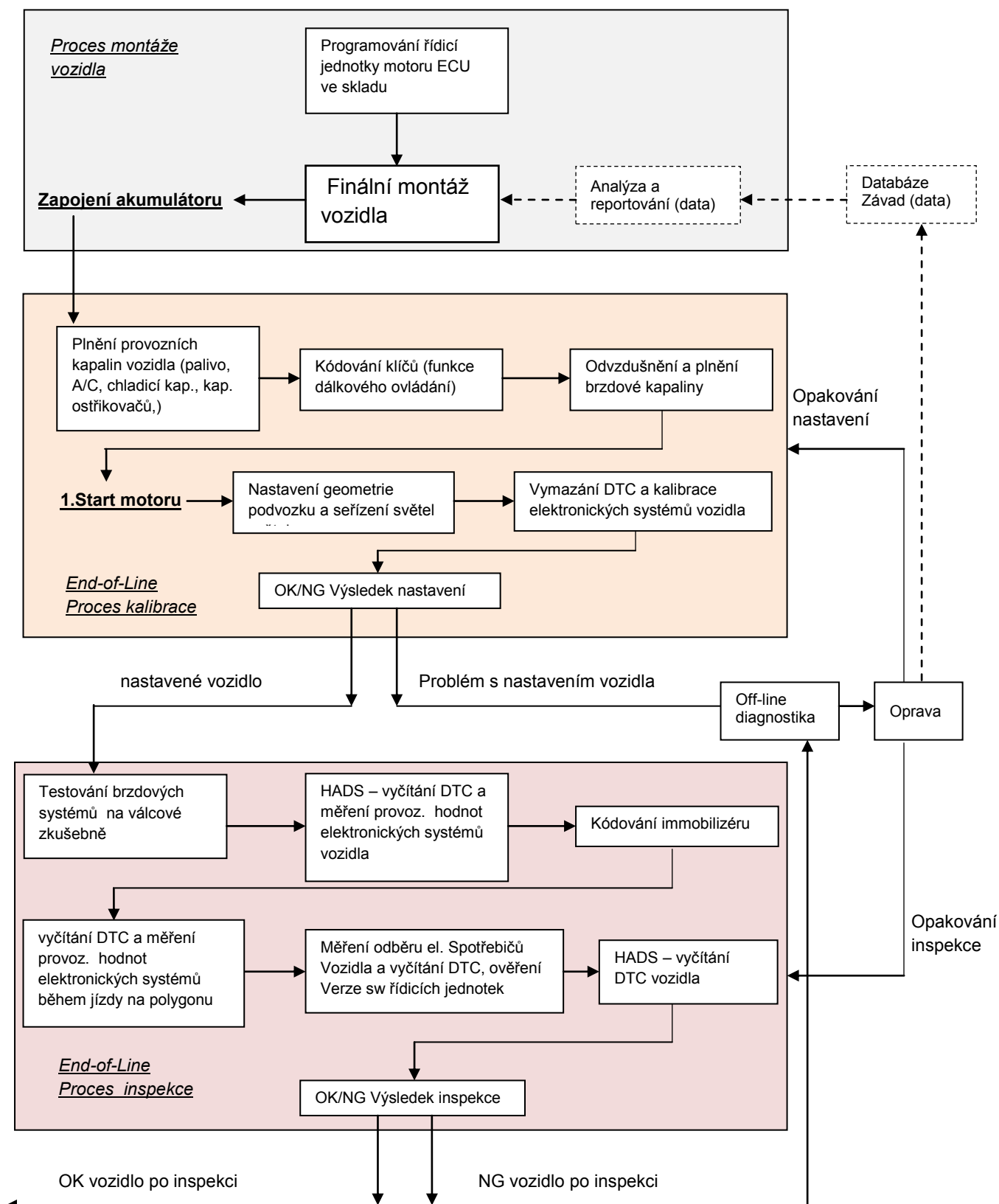
- Nárůst tlaku – hlavní brzdový válec vytváří tlak, díky kterému se dostane kapalina až k čerpadlu, který je součástí hydraulického modulátoru. V tomto stavu jsou HSV ventily otevřeny, USV ventily zavřeny a vstupní ventily jednotlivých kol otevřeny, což umožňuje jejich brzdění.
- Částečně aktivní – v případě, že brzdný tlak vytvořený řidičem je nedostatečný pro stabilizaci vozidla. USV ventily zůstávají zavřeny, HSV ventily se otvírají, což umožňuje pomocí dvou čerpadel vytvoření dodatečného tlaku pro potřebného pro stabilizaci vozidla
- Plně aktivní – jedná se o vytvoření brzdného tlaku potřebného pro stabilizaci vozidla bez toho, aniž by řidič stlačil brzdový pedál. Při zavřených USV ventilech a přes otevřené HSV ventily dochází k nárůstu brzdného tlaku pomocí čerpadel hydraulického modulátoru. Je-li nárůst tlaku potřebný pouze na určitém kole (např. pro kompenzaci stáčivého momentu), vstupní ventily dalších kol jsou zavřeny.
- Udržení tlaku – vyhodnotí-li řídicí systém, že je zapotřebí k udržení brzdného tlaku na kole, dochází oproti předchozímu stavu nárůstu tlaku k uzavření HSV ventilů a vstupních ventilů. Tím, že jsou všechny ventily uzavřeny, zůstává tlak na kole stabilní.
- Snížení tlaku – dochází k otevření výstupních ventilů, USV ventily mohou být ve stavu otevřeno / zavřeno, v závislosti na úrovni tlaku. HSV ventily, spolu se vstupními ventily, je zavřeny. Brzdová kapalina se vrací otevřenými výstupními ventily, popř. i USV ventily, přes hlavní brzdový válec zpět do nádobky brzdové kapaliny

3 Proces kalibrace a testování vozidla v rámci výrobního procesu

Kalibrace a testování učitého produktu na konci montážní linky je kritickým krokem v každém výrobním procesu strojírenského průmyslu. Sestavený výrobek musí být správně seřízen, nakalibrován a otestován. Vadné výrobky, popř. výrobky, jejichž provozní parametry nesplňují požadované specifikace, musí být odděleny od funkčních, které jsou dále dodávány k zákazníkovi.

Inspekční proces hodnotí nejen kvalitu produktu, ale také stabilitu a přesnost výroby. Spolehlivé odhalení nefunkčních produktů je primárním cílem inspekce, avšak hlavním cílem je snížení chybovosti výroby a s tím i související zvýšení efektivity výroby.

Plně automatizovaný proces stále více nahrazuje metodu subjektivního posouzení kvality výrobku lidmi, což se pozitivně projevuje na zkracování procesu inspekce, dále také na jeho stabilitě (AQL – acceptable quality level) a zpracování dat (možnost uchovávání jednotlivých výsledků testů a zpětná analýza). Tyto výhody jsou samozřejmě splněny pouze za předpokladu, je-li automatizovaný proces schopen komplexního posouzení kvality produktu minimálně do té míry, která odpovídá úrovni testu citlivým a zkušeným pracovníkem hodnotícím kvalitu na základě lidských subjektivních metod (zrakové, sluchové, pocitové vjemy). Takový inspekční proces musí tedy splňovat nejen předpoklad možnosti automatizace a integrace do výrobní linky, ale také musí být efektivní z hlediska výrobních nákladů, jednoduchý na obsluhu a musí být schopen odolávat hlučnému a prašnému výrobnímu prostředí.

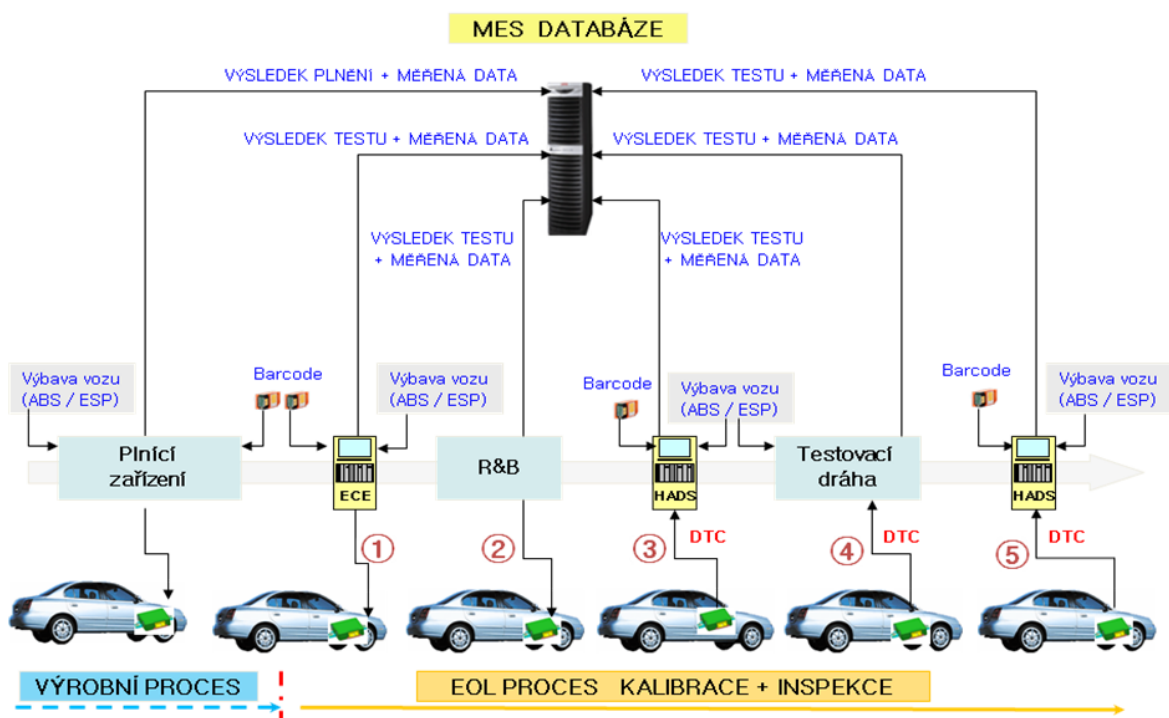


Obr. 20: schéma pohybu vozidla v rámci výrobního inspekčního procesu

3.1 End-of- Line (EOL) proces v automobilovém průmyslu

Pojmem „End of Line“ (v doslovném překladu „proces na konci linky“) je označován proces, který následuje po finální montáži vozidla a zajišťuje tzv. „oživení“ vozidla a jeho následnou kontrolu. V rámci elektroniky vozidla se tedy End-of-Line proces rozděluje do dvou hlavních bloků, které zajišťují:

- Proces kalibrace a nastavení elektronických systémů vozidla
- Proces inspekce elektronických systémů vozidla



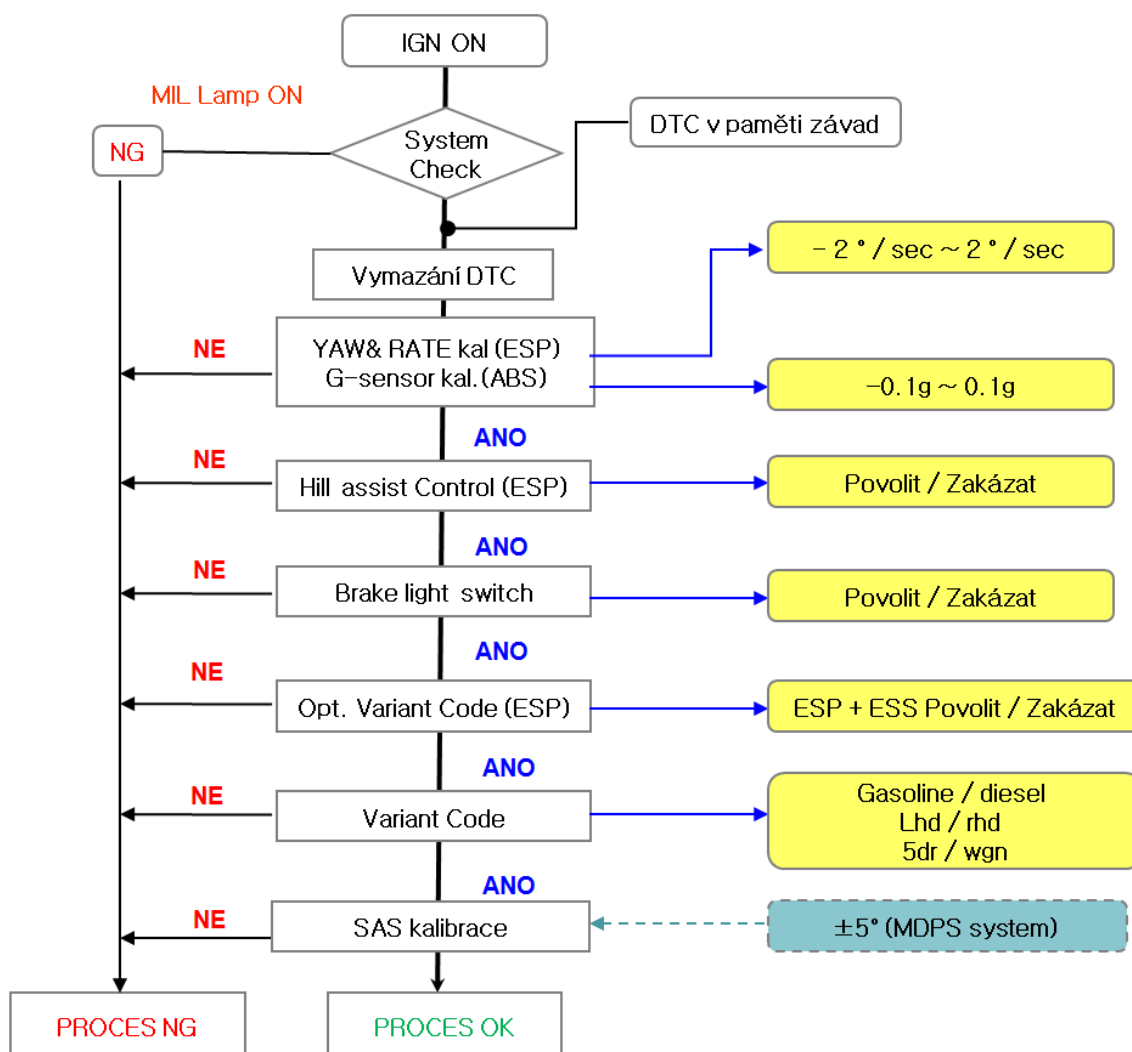
Obr. 21: detail End-of-Line procesu

3.1.1 ERROR CODE ERASER

Proces ECE (Error Code Eraser) je brán jako první stanoviště v tzv. EOL (End OF Line) procesu, tzn. první stanoviště po fyzickém ukončení výrobní linky sloužící ke kalibraci a kontrole samotného vozidla.

Jedná se o jednoúčelové stacionární zařízení umístěné na stanici nastavení geometrie vozidla, které komunikuje s modulem ABS /ESP prostřednictvím sběrnice CAN. V souvislosti se systémy dynamického řízení vozidla ABS /ESP je vykonána předprogramovaná sekvence operací souvisejících s kalibrací a nastavením tohoto elektronického systému dle výbavy a určené cílové destinace vozidla.

Vývojový diagram blíže specifikuje jednotlivé položky celého procesu kódování systému ABS /ESP:



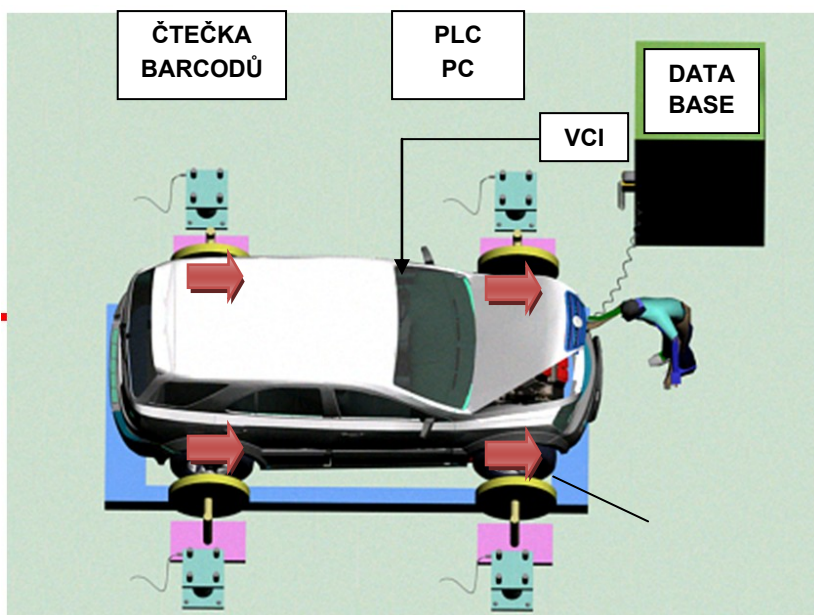
Obr. 22: vývojový diagram programu kalibrace ABS /ESP zařízením ECE

3.1.2 Roll brake test

Jedná se o simulaci reálných jízdních podmínek na válcové zkušebně, při kterých je proveden test dynamických vlastností vozidla a příslušenství, jež je možno opakovaně a velmi přesně vyhodnotit. Zejména pak testování aktivace elektronických systémů brzd vozidla, které se na reálné vozovce dá jen stěží nasimulovat. Tento způsob testování vozidla je kompromisem času, prostoru a bezpečnosti práce v prostředí sériové produkce automobilů, čímž je zajištěna vysoká kvalita a spolehlivost vyráběných vozidel

Základem válcové zkušebny je řídicí systém s Master databází, která propojuje:

- PLC řídicí systém a ovládající hlavní válce pomocí elektromotorů a pomocné ,usazovací válce pomocí hydraulických měničů
- Počítač s rozhraním CAN sběrnice a aplikací, která přímo komunikuje, zadává příkazy (spínání ABS /ESP ventilů), přijímá měřené hodnoty (snímání měřených rychlostí kol apod.) z jednotky ABS /ESP apod



Obr. 23: Roll&Brake inspekce

v rámci dynamického testování vozidla na válcové zkušebně je naprogramována testovací sekvence obsahující položky, jež je důležité vyhodnotit na základě měření parametrů a analýzy dat.

ABS test: systémy ABS a ESP (stupně výbavy u jednotlivých vozidel) jsou testovány a vyhodnocovány oddělenými testovacími podsekvencemi:

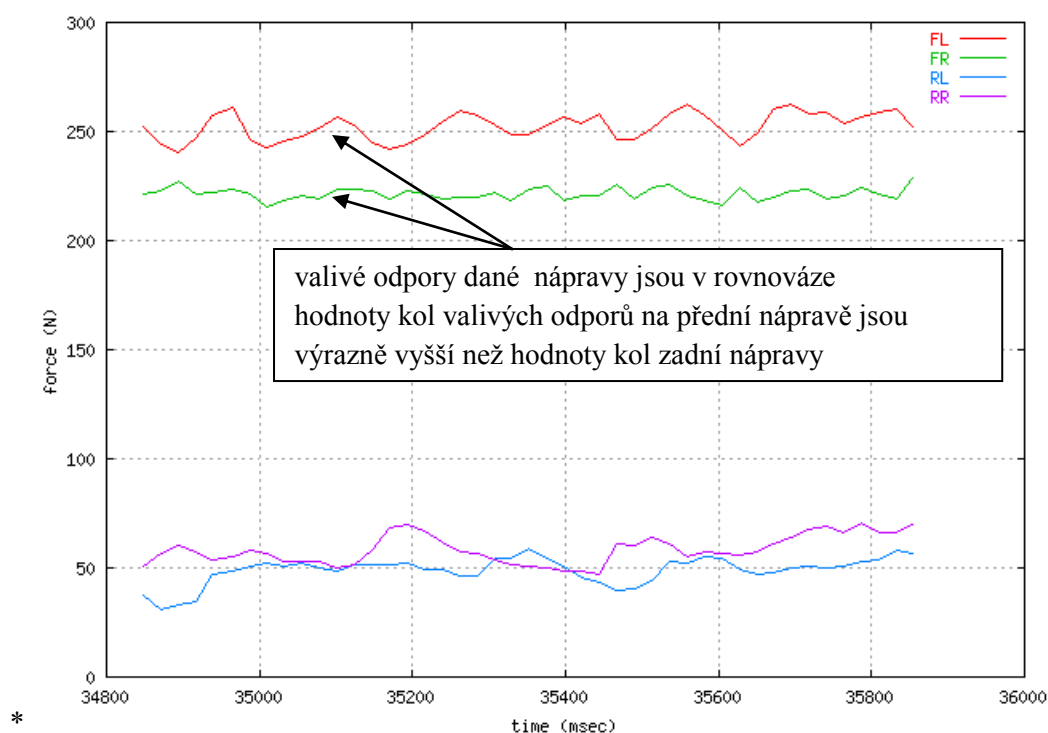
- Test měření valivých odporů jednotlivých kol (pro ABS / ESP)
- Test snímačů rychlosti jednotlivých kol (pro ABS / ESP)
- Ventily systému ABS (pro ABS / ESP)
- Ventily systému ESP (ESP)
- I/O signály – spínač aktivace ruční brzdy, spínač brzdového pedálu (pro ABS / ESP)

Měření valivých odporů

Tento probíhá při pohánění válců elektromotory a současném vyhodnocování celkových valivých odporů, přičemž platí:

Valivý odpor vozidla $F_T = \Sigma F_T - F_{T \text{ VÁLCŮ}}$ (celkový valivý odpor – valivý odpor válců)

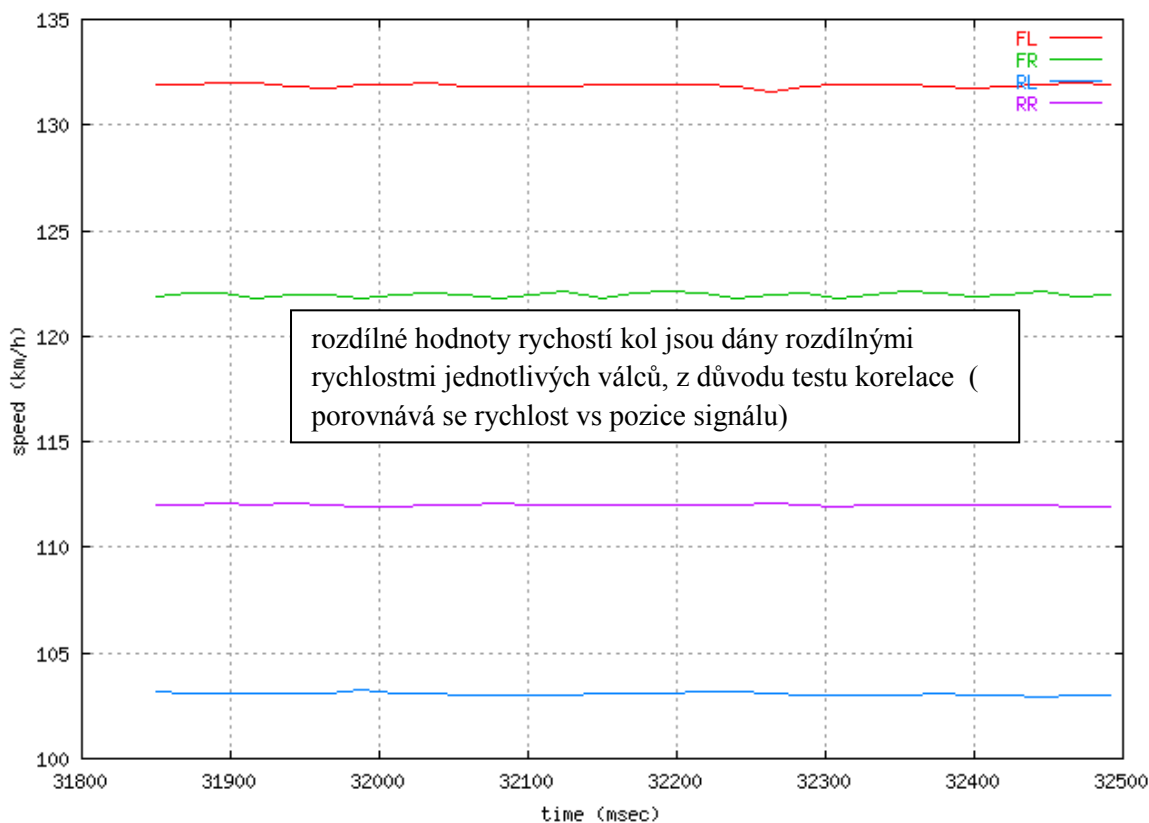
* valivý odpor je počítán z momentu elektromotoru potřebného k udržení stabilní řídicí rychlosti válců a výsledek je porovnáván s databází, kde je stanovený rozah signálu (max / min hodnota)



Obr. 24: záznam z měření hodnot valivých odporů

Test snímačů rychlosti jednotlivých kol

Test probíhá při pohánění válců elektromotory a současném měření hodnot snímači otáček kol. Jedná se o vyhodnocení kvality signálu (správný údaj signálu rychlosti, např. špatná vzduchová mezera snímače kol) a korelace signálu (údaj válce odpovídá vyčtené měřené hodnotě snímačem rychlosti kola – např. špatně zapojená kabeláž při výrobě vozidla) ze snímačů rychlosti jednotlivých kol



Obr. 25: záznam z měření hodnot rychlostí kol

Test měření velikosti a rozložení brzdných sil

Během tohoto testu řidič brzdí specifikovanou úrovní brzného účinku a zařízení následně vyhodnocuje velikosti brzdných sil jednotlivých kol, z kterých je dále vypočítáno i rozložení brzdných sil na dané nápravě (levá / pravá strana) a také mezi nápravami (přední / zadní)

Pro výpočet brzdné síly Platí: $F = m \cdot a$

Kde,

F = síla

m = hmotnost válce + hmotnost přitlačného válce

a = měřené zrychlení

čistá síla kola = celková síla kola – valivý odpor válců

pro každé kolo PL, PP, ZL, ZP je čistá síla na kole vypočítána jako průměr všech měřených vzorků

pro výpočet rozložení brzdných sil platí:

% podíl brzdné síly levého kola přední nápravy vůči celkové brzdné síle přední nápravy

$PL \% = \frac{\text{síla PL} \cdot 100 \%}{(\text{síla PL} + \text{síla PP})} \cdot 100 \% =$

$$PP \% = \text{síla PP} * 100 \% / (\text{síla PL} + \text{síla PP}) * 100 \% =$$

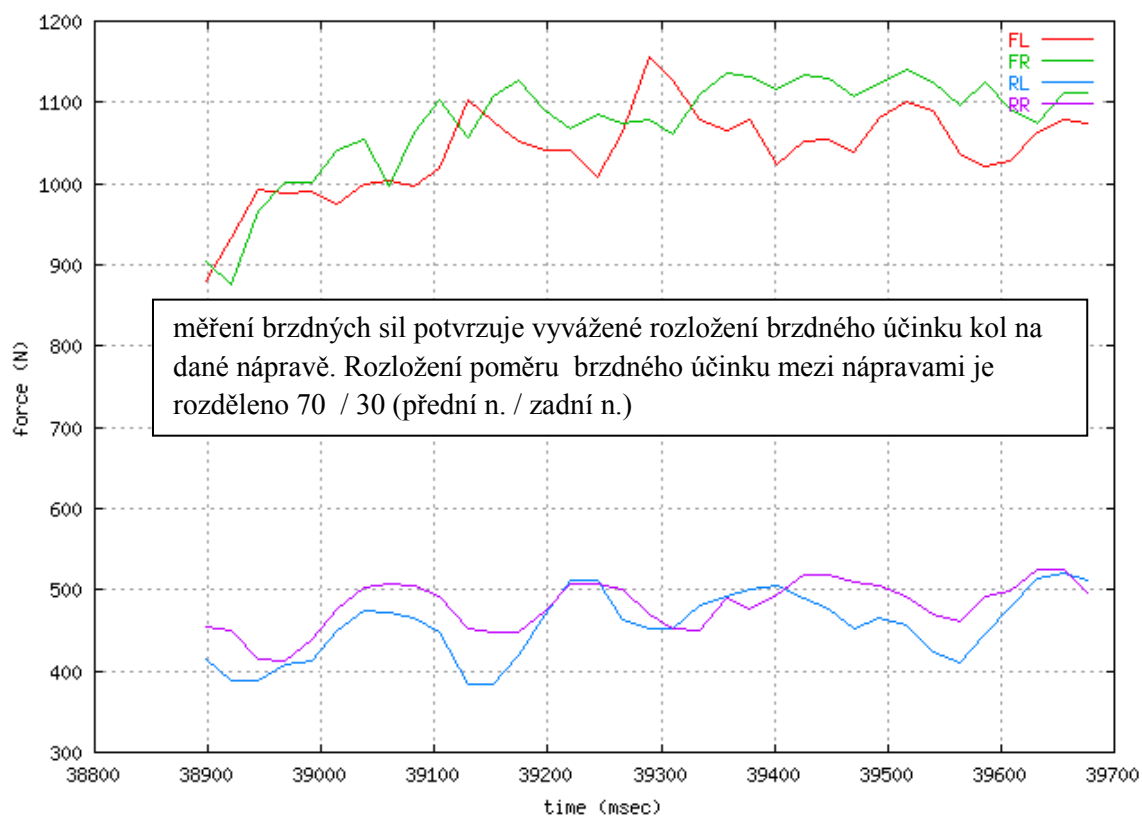
$$ZL \% = \text{síla ZL} * 100 \% / (\text{síla ZL} + \text{síla PP}) * 100 \% =$$

$$ZP \% = \text{síla ZP} * 100 \% / (\text{síla PL} + \text{síla PP}) * 100 \% =$$

% podíl brzdné síly levého kola zadní nápravy vůči celkové brzdné síle zadní nápravy

$$= [\text{síla ZL} / (\text{síla ZL} + \text{síla ZP})] * 100 \% = ZL \%$$

$$\% \text{ podíl brzdění náprav} = (\text{síla PL} + \text{síla PP}) / (\text{síla ZL} + \text{síla ZP}) =$$



Obr. 26: záznam z měření hodnot brzdných sil

ABS valve test

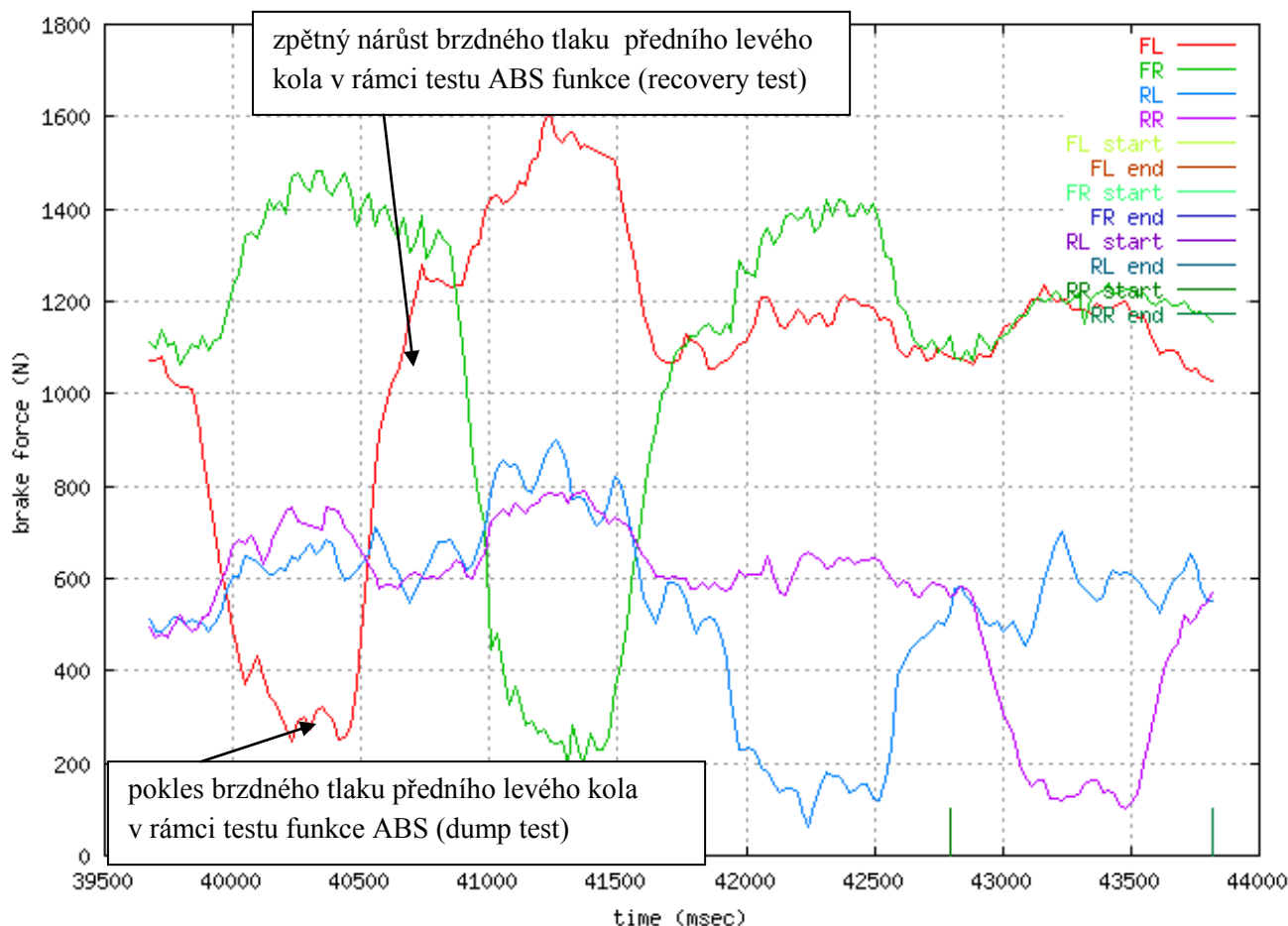
V rámci ABS valve testu jsou uvyhodnocovány následující prvky

- Funkčnost vstupních ventilů
- Funkčnost výstupních ventilů

➤ Funkčnost hydraulické jednotky (tlakového modulátoru a akumulátoru)

Testo test je vykonán v rámci testování brzd, po měření brzdného účinku . Při procesu brzdění aktivuje řídicí počítač, propojený s vozidlem přes OBD konektor, vstupní a výstupní ventily systému ABS, což má za následek pokles tlaku v brzdovém systému a následný pokles brzdné síly na válcích.

Vyhodnocení recovery: poté dochází k deaktivaci ventilů, které se vrátí do výchozích poloh a tudíž i tlak a následně brzdná síla se vrátí na normální úroveň.



Obr. 27: záznam měření hodnot brzdných sil při ABS valve testu

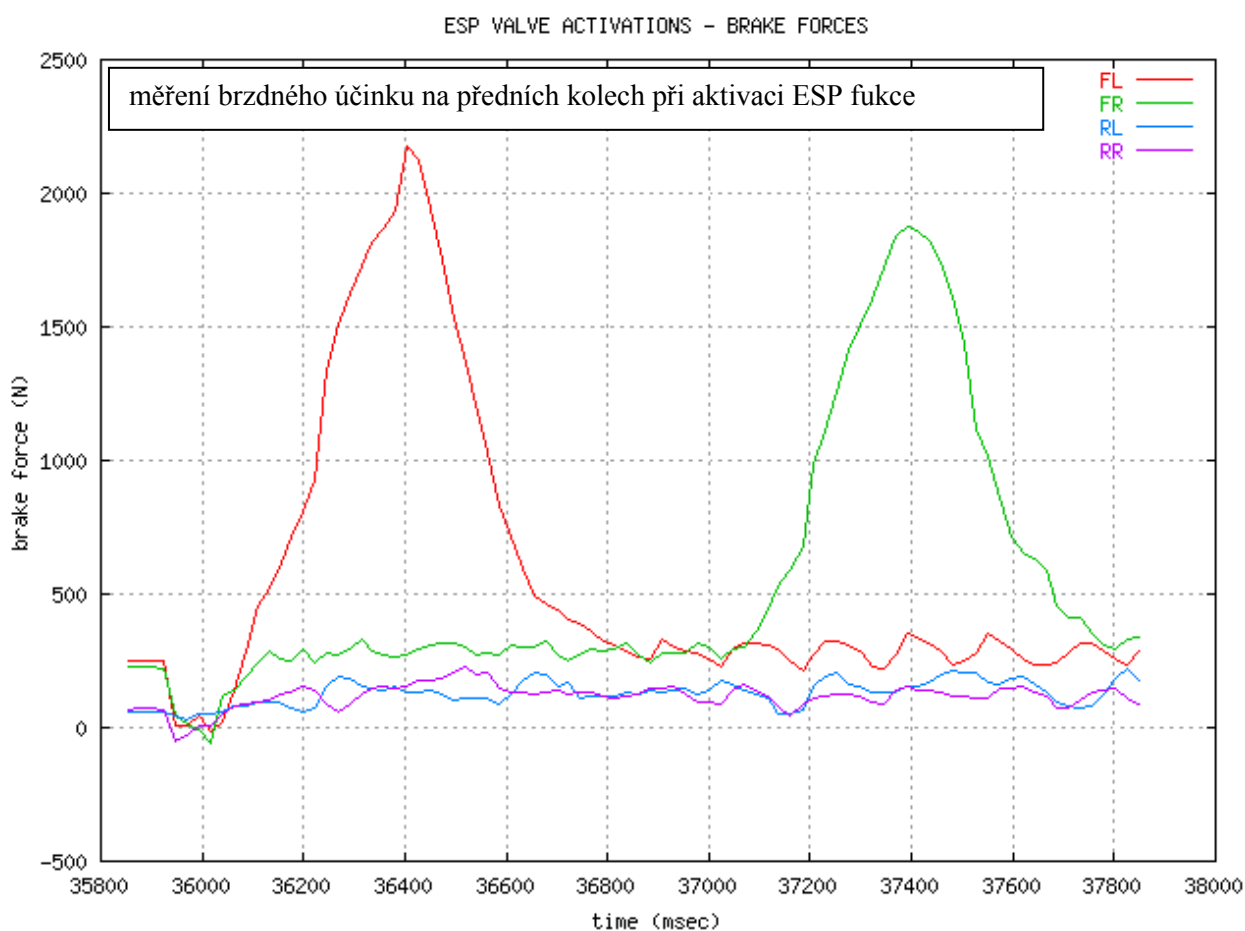
* Měřené hodnoty pro pokles tlaku (tzv. dump) a následný zpětný nárůst (tzv. recovery) jsou porovnány s nastavenými hraničními hodnotami v databázi programu

ESP valve test

Cílem tohoto testu je vyhodnocení funkce a korelace ventilů. Testovací zařízení vyhodnocuje funkci :

- HSV = high pressure switching valve (priming valve)
- USV = pilot valve

Na základě aktivace a nárůstu tlaku předního levého a pravého kola, což se následně projevuje na brzdě síle předních kol ve válcích.



Obr. 28: záznam z měření hodnot brzdných sil při ESP valve testu

Test ruční brzdy

Test probíhá při zatažené ruční brzdě, kdy na zadní kola působí konstantní síla elektromotru

$$F = g \times WT \times \sin(\alpha)$$

$$\sin(\alpha) = \frac{\operatorname{tg}(\alpha)}{\sqrt{1+\operatorname{tg}^2(\alpha)}}$$

$$p = 100 \times \operatorname{tg}(\alpha)$$

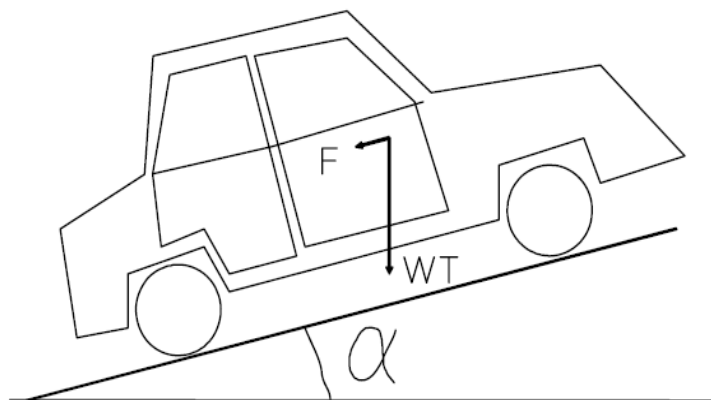
kde F = síla na kolech

g = kavitační konstanta

WT = tíha vozidla

α = úhel svahu

p = sklon svahu v %



Obr. 29: rozložení sil při testu ruční brzdy

pro $p = 20$ tedy platí:

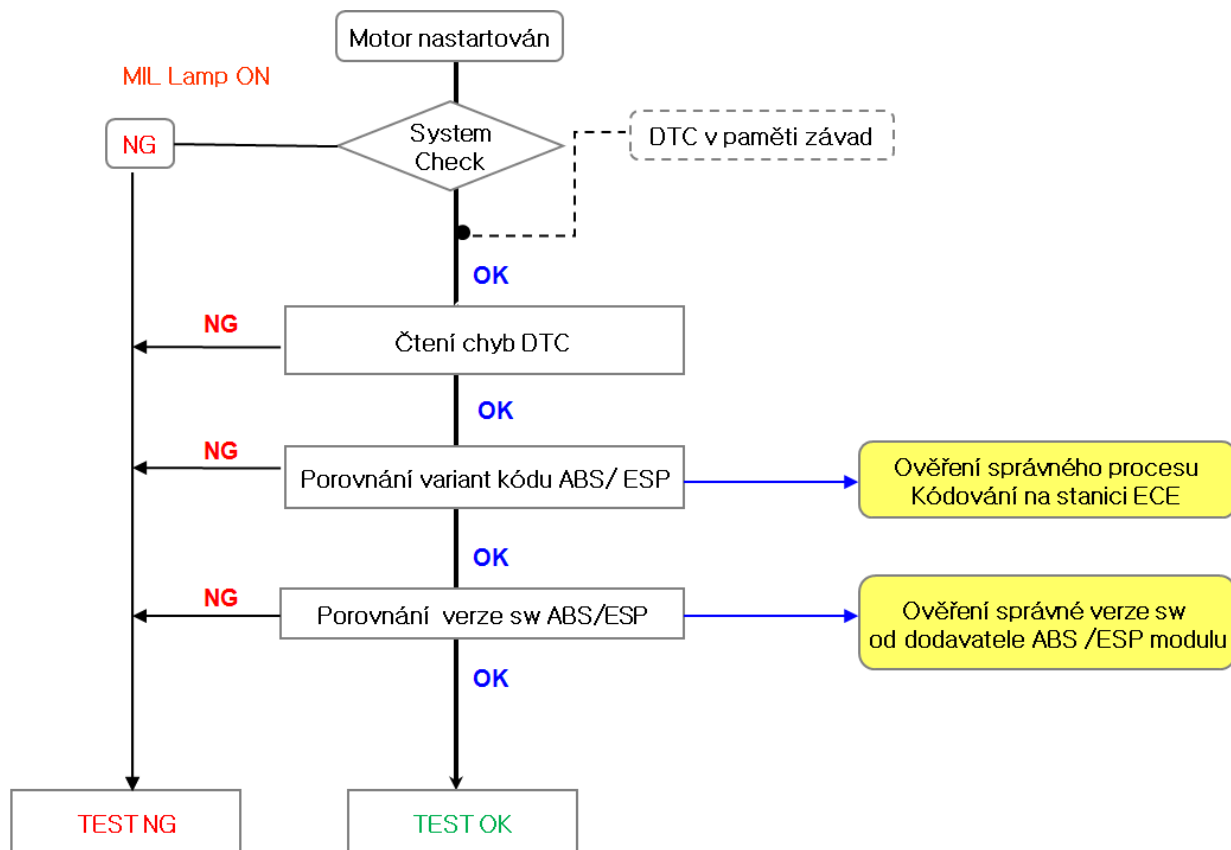
$$\operatorname{tg}(\alpha) = \frac{20}{100} = 0.2$$

kde

$$\sin(\alpha) = \frac{\operatorname{tg}(\alpha)}{\sqrt{1+\operatorname{tg}^2(\alpha)}} = \frac{0.2}{\sqrt{1+(0.2)^2}} = 0,1961 \approx 0.2 = \frac{p}{100}$$

3.1.3 HADS (HYUNDAI ADVANCED DIAGNOSTIC SYSTEM)

Stacionární jednoúčelové zařízení HADS (Hyundai Advanced Diagnostic System), slouží k vyčítání chyb z elektronických řídicích jednotek vozidel po dynamickém testu na válcové zkušebně. V rámci



; Obr. 30: vývojový diagram programu diagnostického zařízení HADS

3.1.4 Test vozidla na zkušební dráze

V rámci ověření jízdních vlastností a technických parametrů vozidel je prováděn jízdní test každého z vyrobených vozidel na jízdním polygonu.

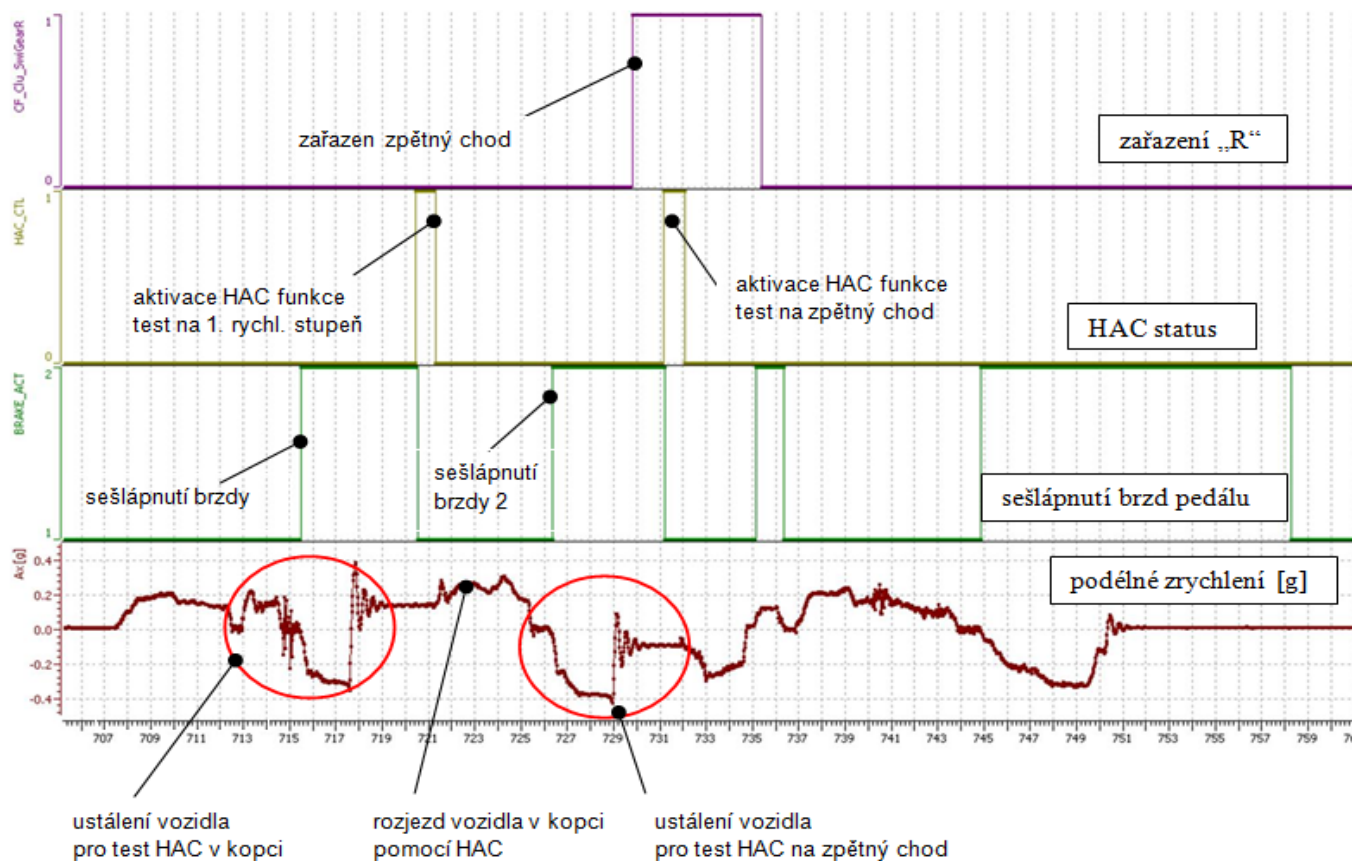
Hlavním cílem samotného jízdního testu je především ověření jízdních vlastností a technických parametrů vozidel na reálné vozovce. Vzhledem k předchozím testovacím procesům brzd a elektronického systému ABS/ESP jsou v rámci testu vozidla na polygonu provedeny pouze tři doplňující jízdní zkoušky, které přímo souvisí s řízením jízdní dynamiky:

- HAC (Hill assist control) funkce (vozidla s ESP)
- ESP funkce na oválném polygonu (vozidla s ESP)
- ABS funkce + ESS (Emergency stop signal) funkce (vozidla s ABS /ESP)

Test funkce HAC

Funke hill assist Control (Asistent rozjezdu do kopce) je testován na svahu se stoupáním 15% a 30 %. Při zařazeném rychlostním stupni a následném povolení brzdy řidič ověřuje, zda-li dojde k aktivaci systému HAC. Tento test se provádí při zařazeném prvním rychlostním stupni a rozjezdu do kopce a následně při zařazení zpětného chodu a couvání do kopce.

Pro lepší pochopení testu bylo během testu vozidla provedeno měření signálů ESP na sběrnici CAN.

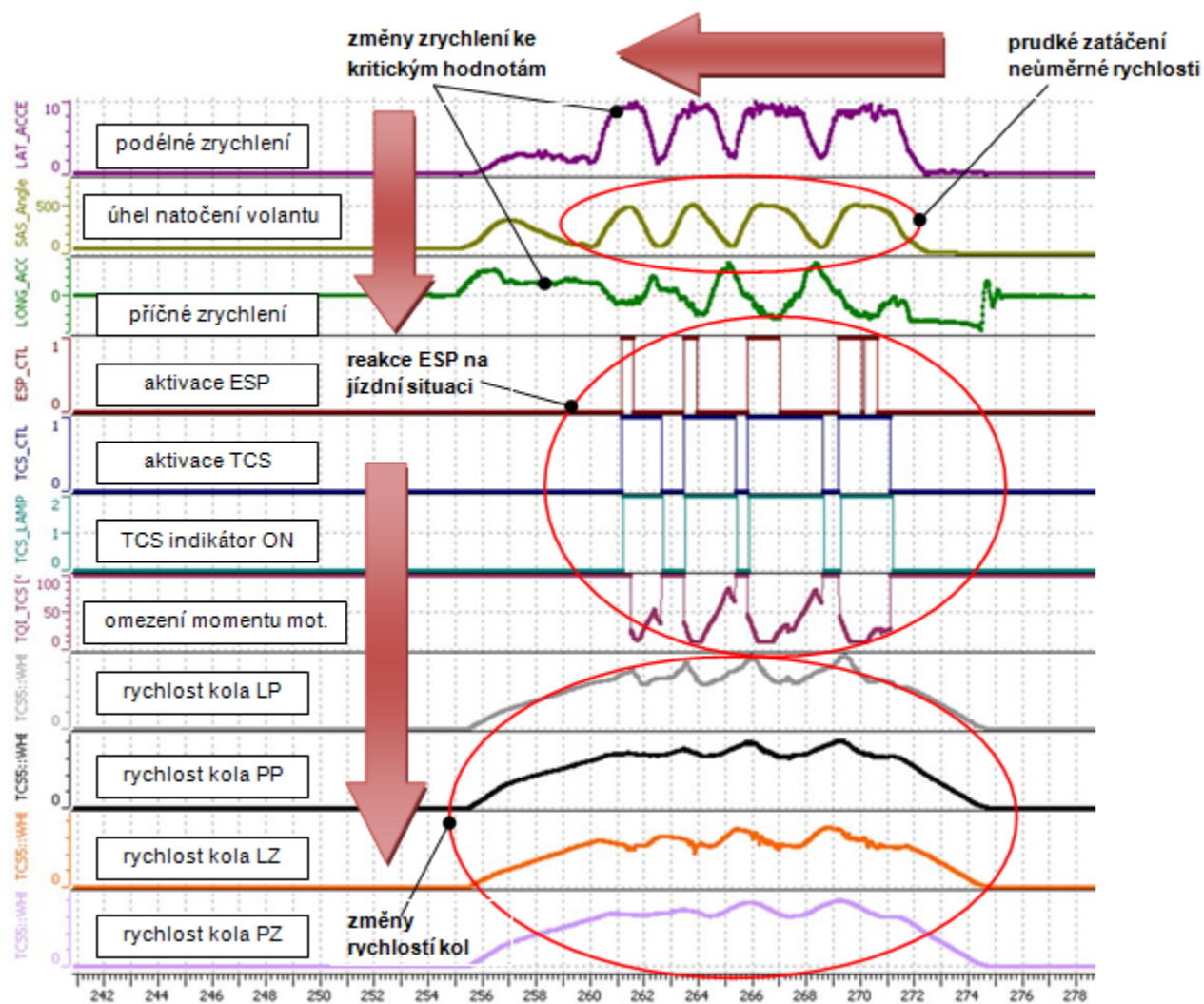


Obr. 31: záznam měření signálů během HAC testu na zkušební dráze

ESP test

test ověření funkce systému ESP se provádí na oválném okruhu, který je určen pouze pro tento účel. Řidič je nucen docílit takových jízdních podmínek ,aby došlo k regulaci dynamiky vozidla systémem ESP, nejčastěji kroužením vozidla nepřiměřenou rychlostí. Test se vykonává vždy pouze s jedním vozidlem na oválné ESP ploše. Vzhledem k velké manévrovací ploše, která je pro tento test k dispozici, jsou eliminována veškerá bezpečnostní rizika. Stejně tak je během celé výroby i inspekce vozidel kladen důraz na maximální bezpečnost práce.

pro lepší pochopení chování vozidla během ESP testu bylo pomocí programu CANalyzer provedeno měření ESP signálů na sběrnici CAN.



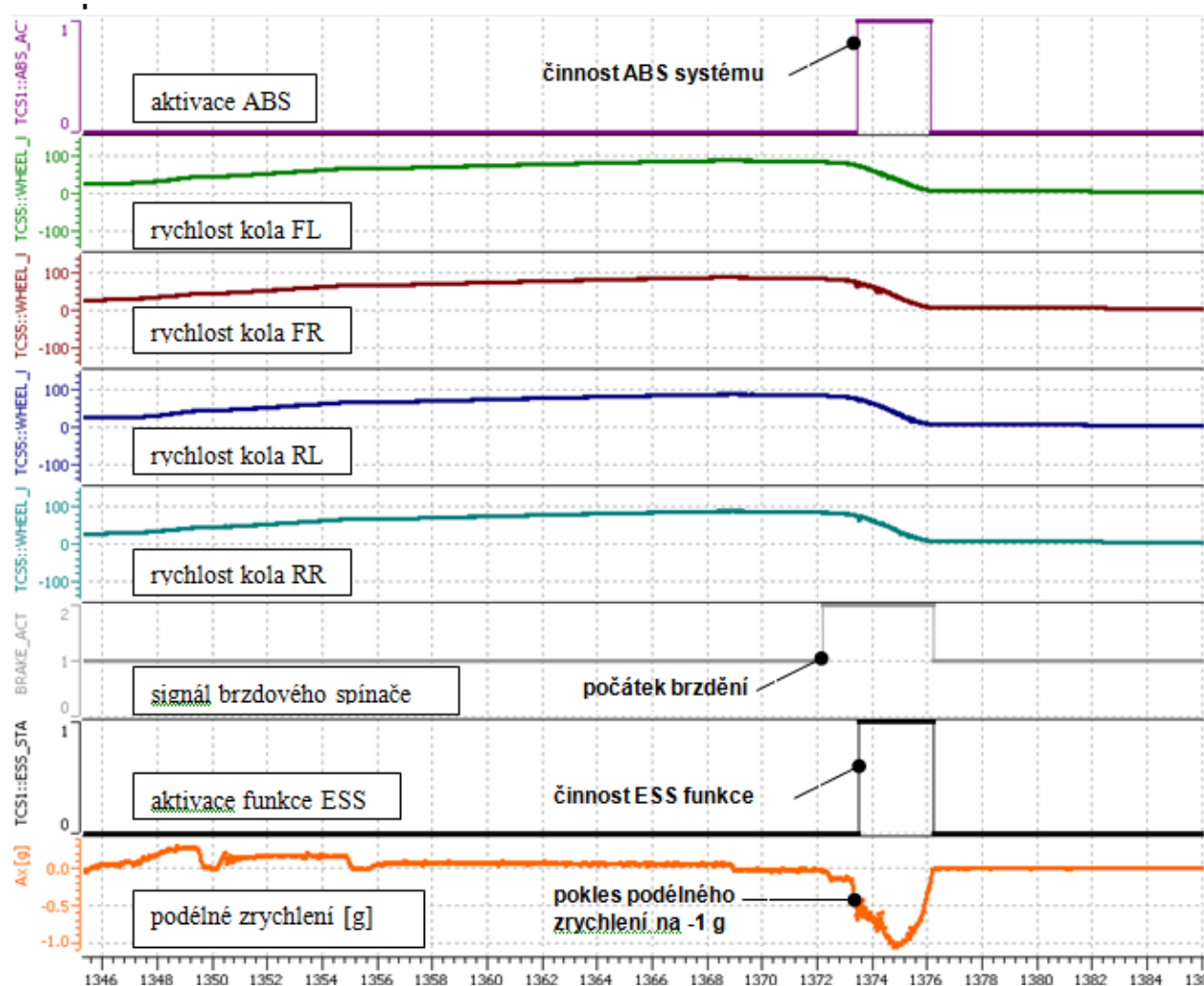
Obr. 32: záznam měření signálů při ESP testu na zkušební dráze

ABS test + ESS (emergency stop signal) test

poslední z funkčních testů elektroniky brzd na zkušební dráze je test ABS, jehož součástí je i přídatná funkce ESS – emergency stop signal (automatická aktivace výstražných světel při panickém brzdění)

Test se vykonává při rychlosti 50 km/h na rovné části zkušební dráhy. Skluzu kola, nutného pro aktivaci ABS, je docíleno při brzdění pravého kola na speciálním kluzkém povrchu, který je součástí testovacího polygonu.

I v tomto případě byl průběh testu zachycen měřením CAN signálů přímo na sběrnici



Obr. 33: záznam měření signálů při ABS+ESS testu na zkušební dráze

4 Problém inspekce brzdových systémů

4.1 úvod

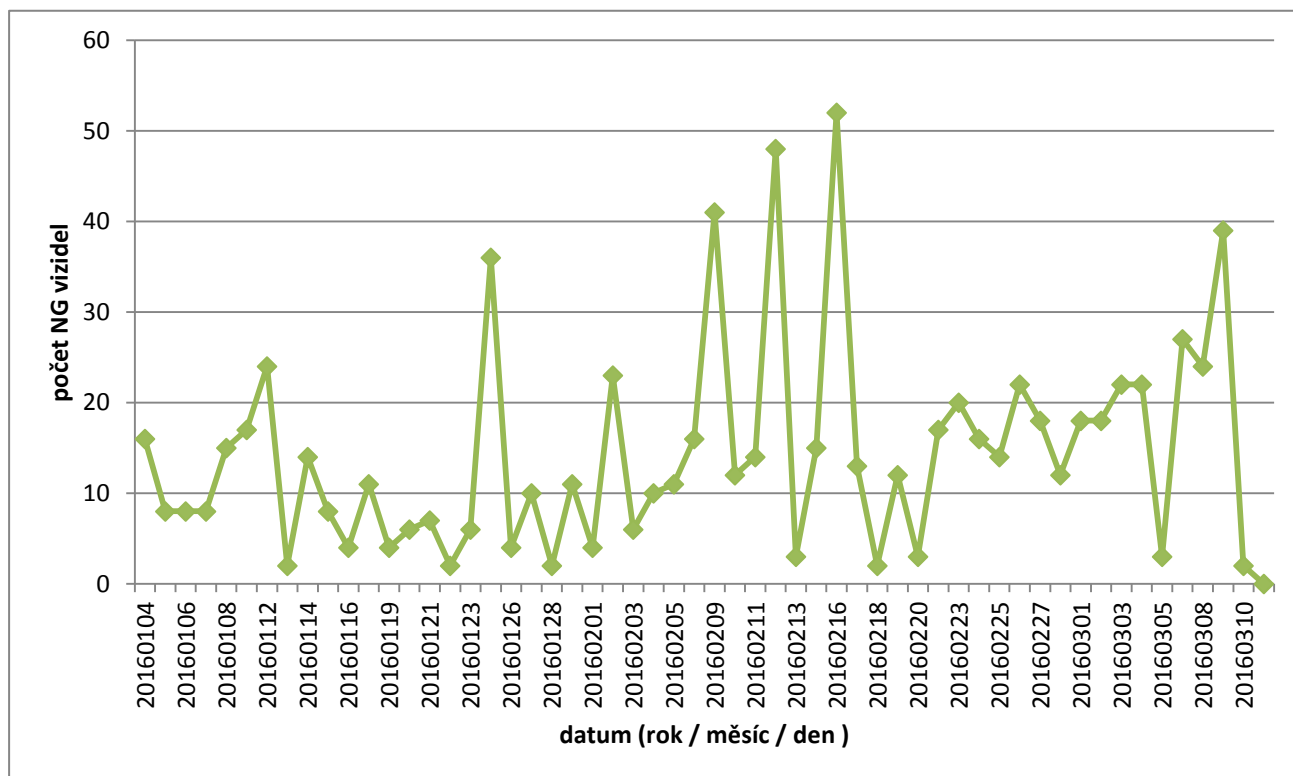
Vzhledem k tomu, že správná funkce brzd a elektronických brzdových systémů je jedním z hlavních parametrů aktivní bezpečnosti vozidel, je proces výstupní kontroly brzdových systémů sestaven z několika na sobě nezávislých stanovišť. Z výše uvedeného procesu inspekce je tedy patrné, že na brzdové systémy vozidel je ihned po jejich vyrobení, prvním nastartování motoru a doslova prvních ujetých metrech, kladeny vysoké požadavky z hlediska funkčnosti, bezpečnosti a spolehlivosti, které se vyhodnocují měřením brzdných parametrů.

Okamžitá bezchybná činnost brzd a elektronických brzdových systémů vozidla zdaleka nezávisí pouze na přesném procesu výroby jednotlivých brzdových komponent. V praxi se setkáváme se skutečností, že právě první test brzdového systému v inspekčním procesu po montáži vozidla je negativně ovlivněn především dlouhodobými logistickými operacemi samotného vysokotlakého modulu brzdového systému. Dlouhodobé sledování trendu výsledků inspekčního procesu brzd ukazuje, že několikaměsíční přeprava brzdových vysokotlakých modulů z Jižní Korei pomocí lodní přepravy, následné několikátýdenní skladování těchto komponent u lokálních dodavatelů a později ve výrobním závodě, ovlivňuje činnost elektronických brzdových systémů při jejich první aktivaci na brzdové zkušebně.

4.2 Popis problému

Informace od inspektorů vykonávajících zmíněný inspekční proces popisuje opakující zvýšený výskyt vozidel s nutností opakování testu ventilů hydraulického modulu (ABS / ESP). Nutnost opakování inspekčního testu vozidla má za následek zvýšení doby taktu určené na jedno vozidlo, následné vysoké vytěžování inspekčního procesu, a s tím související nekvalita práce a chybovost.

Pro správné vyhodnocení problému je důležitá informace o množství problémů za daný časový úsek. Z toho důvodu byla provedena dlouhodobá analýza výsledků z procesu inspekce brzdových systémů za první 3 měsíce roku 2016 a vyfiltrovány opakující se testy pouze pro ABS / ESP ventily, u kterých bylo nutné provést dynamickou inspekci více než 2 x (označme je jako NG – z anglického slova negative). Trend níže ukazuje počet těchto NG vozidel na denní bázi. Během prvních 55 pracovních dní v roce 2016 bylo každý den více než 2 vyrobená vozidla s tímto problémem, ve 4 případech bylo těchto vozidel dokonce více než 30 za den.



Obr. 34: Analýza výsledků procesu inspekce brzd. syst. 4.1.2016 – 11.3.2016

Jinými slovy v lednu tohoto roku bylo např. zapotřebí provést opakovaný test v průměru u 10 aut za den, celkem tedy 223 případů v daném měsíci. V následujících měsících se navíc počet NG aut téměř zdvojnásobil a dále rostl, v únoru průměrně 17 a březnu 19 NG aut za den. Díky tomu bylo v únoru celkově 404 NG aut, v březnu 175 (data za březen jsou však pouze za 11 dní)

	denne [prumer]	Total [mesicne]	rok 2016 (období: 1.1.~11.3.'16)		
leden	10	223			
unor	17	404			
brezen	19	175			

Pozn: mezi Ng vysledky jsou zapocitan vice nez 2ea/ vozidlo (s vysledkem NG)

Tab. 2: Analýza výsledků procesu inspekce brzd. syst. – rozdělení podle měsíců

Rozdělení podle modelu potvrzuje, že se jedná o trend, který je společný pro všechny tři vyráběné modely v závodě hyundai. Porovnáním údajů o množství celkových NG aut za den či daný měsíc s údaji o množství NG vozidel právě pro model Hyundai Tucson, je patrné, že rostoucí trend NG výsledků od počátku roku je z velké části ovlivněn tímto modelem. Údaj o počtu NG výsledků vzhledem modelu vozidla je však zavádějící, protože je z části závislý od objemu výroby daného modelu.

Z tohoto důvodu má větší vypovídací schopnost poměr NG výsledků vzhledem k množství vyrobených aut pro daný model (%). Největší chybovost přepočtená k objemu výroby se však taktéž

projevila u modelu Hyundai Tucson, který výrazně snižuje ukazatel tzv stability výroby, tzv. FTT (First time true).

Model	leden		unor		brezen (pouze 9 dni)	
	NG	NG pomer / výroba	NG	NG pomer / výroba	NG	NG pomer / výroba
Tucson	188	0,986%	385	1,877%	156	1,790%
ix20	20	0,718%	14	0,407%	15	0,911%
i30	15	0,219%	5	0,070%	4	0,145%v
Vliva na FTT	223	0,777%	404	1,299%	175	1,334%

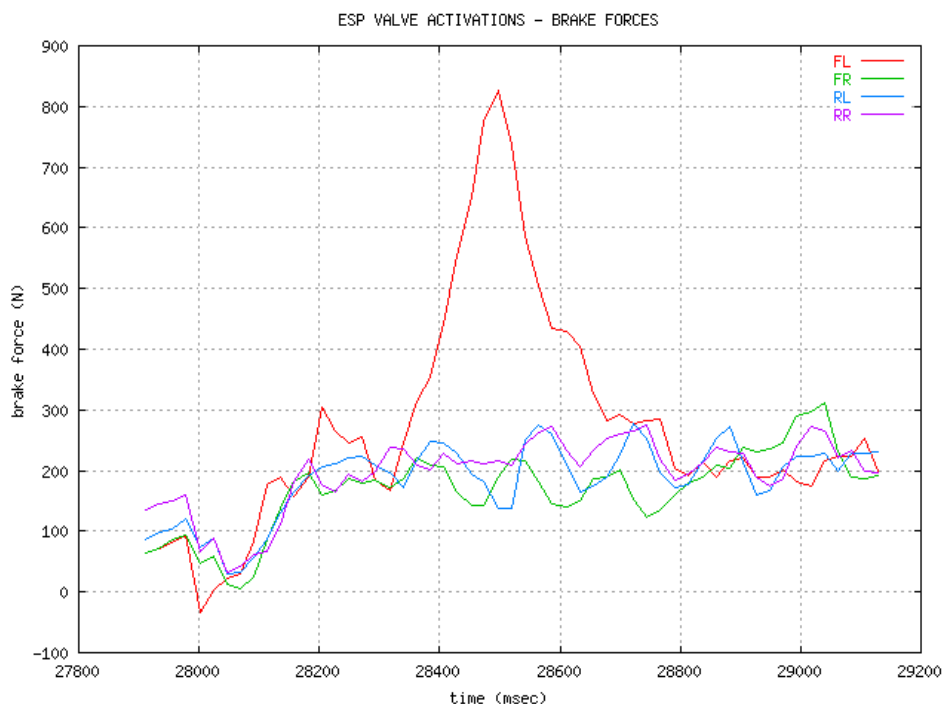
Tab. 3: Analýza výsledků procesu inspekce brzd. syst. – rozdělení podle modelu, měsíce

4.3 Analýza problému

Důkladná analýza NG výsledků vozidel odhalila vznikající dva základní problémy při inspekci vozidel:

- negativní výsledek testu ventilů ESP (ESP valve test)

Díky dlouhodobým měření desítek aut se podařilo graficky zachytit průběhy testů při negativním výsledku testu. Záznam inspekčního listku jiného vozidla ukazuje NG výsledek na pravém předním kole (FR – front right). Měřená hodnota ukazuje, že nebylo dosaženo minimální požadované hodnoty 300 N. Grafické znázornění potvrzuje, že téměř nedošlo k nárůstu brzdné síly (měřená hodnota 189 N).



Obr. 35: grafické znázornění ESP testu s NG výsledkem

ESP VALVES		LOW	HIGH	VALUE	
USV1	HSV1	300.00	9999.0	858.00	N
USV2	HSV2	300.00	9999.0	189.00	N

Při pohledu na záznam měření NG vozidla je důležité ověřit, zda-li vůbec k aktivaci ventilu došlo. I přes takřka nulový nárůst brzdného účinku níže provedená analýza komunikačních záznamů mezi testerem a řídicí jednotkou ESP potvrzuje pozitivní ESP odezvu o aktivaci ventilu.

```

09:55:42 manager:ESP_VALVES_TEST: ENTRY
09:55:43 absstatemachine:ECU - InCommuncation: CHECK ESP VALVES
09:55:43 absstatemachine:ECU - Raise force on valve 0 for 200 msecs
09:55:43 absstatemachine:ECU - Raise force on valve 1 for 200 msecs ( aktivace OK )
09:55:44 manager:ESP_VALVES_TEST: FINISHED
09:55:44 manager:ESP_VALVES_TEST: EXIT

```

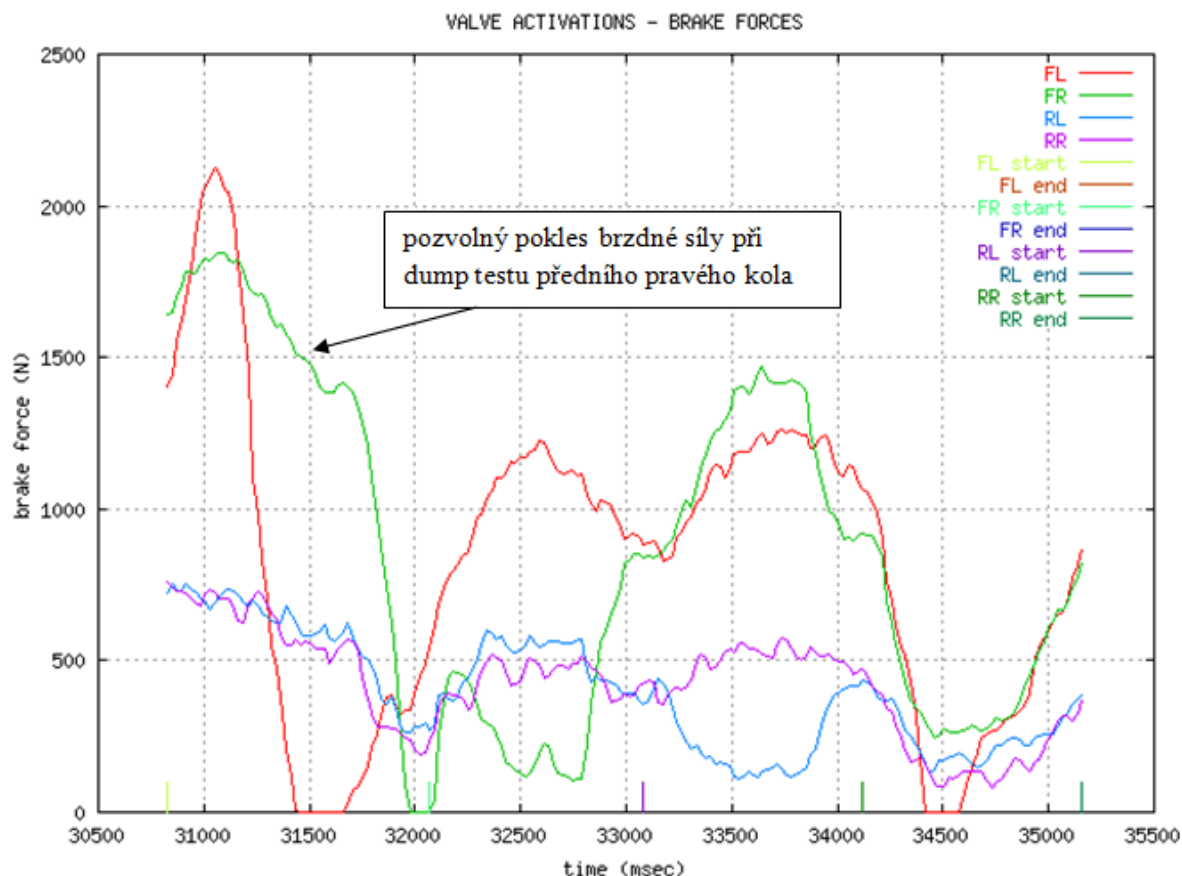
➤ negativní výsledek testu ventilů ABS (dump / recovery test)

Ukázkový průběh je numericky znázorněn níže. Minimální hodnoty dump testu (sloupec HIGH – požadavek poklesu na min 40 % z předchozí brzdné síly u přední nápravy, pokles na min 70 % u zadní nápravy) i recovery testu dosaženy (LOW- požadavek návratu brzdné síly na min 40% původní brzdné hodnoty)

ABS VALVES	LOW	HIGH	VALUE	
FL dump	0.0000	40.000	0.0635	%
FR dump	0.0000	40.000	12.872	%
RL dump	0.0000	70.000	17.313	%
RR dump	0.0000	70.000	23.620	%
FL recovery	40.000	999.00	87.687	%
FR recovery	40.000	999.00	83.317	%
RL recovery	40.000	999.00	98.038	%
RR recovery	40.000	999.00	151.16	%

Na názorném příkladu NG výsledku je patrný nedostatečný dump na pravém předním kole, kdy i přes aktivaci ventilu pravého předního kola nebyl zaznamenán žádný pokles brzdné síly (brzdná hodnota stále na 100 % původní měřené hodnoty –). Na grafu je patrný pokles brzdné síly pravého předního kola, jeho průběh na nulovou hodnotu je však velmi pozvolný.

ABS VALVES	LOW	HIGH	VALUE	
FL dump	0.0000	40.000	0.0711	%
FR dump	0.0000	40.000	100.00	%
RL dump	0.0000	40.000	31.729	%
RR dump	0.0000	40.000	17.123	%
FL recovery	40.000	999.00	65.325	%
FR recovery	40.000	999.00	84.230	%
RL recovery	40.000	999.00	94.897	%
RR recovery	40.000	999.00	77.800	%



Obr. 35: grafické znázornění ABS testu s NG výsledkem

Analýza grafu i komunikačního záznamu potvrzuje bezproblémovou aktivaci ABS ventilů hydraulického modulátoru určených pro pravé i levé přední kolo.

```

ActivateABSValve
VALVE: FL. TIME: 600ms
---- Single Frame (SF)
RequestCorrectlyReceived-ResponsePending
ActivateABSValve
VALVE: FR. TIME: 600ms
---- Single Frame (SF)
RequestCorrectlyReceived-ResponsePending

```

Na základě dostupných záznamů oprav NG vozidel bylo zjištěno, že u žádného z vozidel nebyla nalezena žádná závada hydraulického systému brzd a nebyl proveden ani žádný dodatečný zásah (nětesnost, oprava, výměna komponent apod.) do brzdového systému. Spolehlivou metodou „opravy“ NG vozidel se ukázalo dodatečné „probrzdění“, tedy aktivace ABS systému na testovací dráze a následné opakování testu. I přes uvedený údaj 802 NG vozidel nalezených v období 4.1 – 11.3.2016 při inspekci elektronických brzdových systému, jsou registrovány v systému vyměněných dílů pouze 2 hydraulické modulátory, u kterých nebylo možné opakovaně provést inspekci s Ok výsledkem.

4.4 návrh řešení

Zkušenosti s tímto problémem při inspekci brzdových systémů u dalších 9 výrobních závodů HKMC (Hyundai Kia motor Company) se ve větší, či menší míře liší, a to z důvodů použití rozdílných testovacích zařízení Roll&Brake – zpravidla se liší nastavení tolerancí, způsoby měření a vyhodnocování testů elektronických brzdových systémů.

I přesto stojí za zmínku, že např. sesterský závod KMS Žilina (Kia Motor Slovakia) používající totožné zařízení od stejného dodavatele, úspěšně aplikoval v roce 2013 softwarové zařízení, které napomáhá zlepšení výsledků inspekce elektronických brzdových systémů tohoto procesu. Jedná se o softwarovou modifikaci testovacího zařízení Roll & Brake, díky kterému je umožněno před začátkem inspekce aktivovat ABS / ESP ventily na libovolně dlouhou dobu. Modifikace spočívá v aplikaci programové podsekvence, která automaticky po příjezdu vozidla na testovací válec a zapojení diagnostického konektoru OBDII spouští na předem definovanou dobu tzv. airbleeding mód. – opakované procvakávání ABS ventilů střídavě pro první (Pravý přední / levý zadní ventil) i druhý (levý přední / pravý zadní ventil) brzdový okruh za aktivace čerpadla hydraulického modulátoru. S trochou nadsázky se dá říci, že tato podsekvence hlavního programu inspekčního zařízení Roll&Brake v podstatě nahrazuje dodatečné projíždění NG vozidel na testovací dráze, kde se řidič taktéž snaží o aktivaci ABS ventilů za běhu čerpadla hydraulického modulátoru. Z tohoto pohledu je pro inspekční proces tato aplikace podsekvence výhodná, byť se jedná o prodloužení času inspekce o cca 5 vteřin / vozidlo.

Modifikace hlavního programu inspekčního zařízení Roll&Brake však může být realizována pouze dodavatelskou firmou tohoto zařízení, jejíž cenová nabídka se pohybuje v řádu deseti tisíců eur a dodací lhůtě několika měsíců. Vzhledem k velikosti zásahu do procesu inspekce je výhodné provést simulaci pomocí vytvoření diagnostické aplikace, která bude plnit stejnou roli jako modifikace zařízení, díky čemuž bude možné v praxi ověřit efektivitu tohoto řešení. Z důvodu možnosti ověření efektivit nákladné modifikace zařízení Roll&Brake bylo cílem realizovat přenosný diagnostický systém v podobě jednoduchého testeru, který podporuje aktivaci ventilů ABS na různě dlouhý časový interval (simulace modifikace inspekčního zařízení Roll&Brake).

Inspektor s vytvořeným přenosným diagnostickým zařízením provede dodatečnou aktivaci ABS ventilů před vjezdem vozidla na dynamickou zkušebnu elektronických brzdových systémů.

5 Realizace diagnostického zařízení pro ověření efektivity řešení

Diagnostické systémy motorových vozidel jsou ve výrobním závodě HMMC využívány ve vysokém počtu, a to zejména pro konfiguraci, kalibraci, analýzu závad a vyčítání naměřených hodnot jednotlivých elektronických systémů po instalaci do vozidla. Jedno mají tyto diagnostické systémy společné, a to je princip tzv. request – response (požadavek - odpověď). Diagnostický systém vysílá určitý požadavek do řídicí jednotky a ta odpovídá zasláním ztv „positive response“ (kladná odpověď), která obsahuje požadovanou informaci, nebo tzv. “negative response“ (záporná odpověď), která taktéž obsahuje informaci o důvodu záporné reakce.

5.1 Volba komunikačního rozhraní a vývojového prostředí pro tvorbu aplikace

Před samotným návrhem a realizací aplikace bylo nutné vhodně zvolit komunikační rozhraní a vývojové prostředí, ve kterém bude program vytvořen. Taktéž byly brány v úvahu základní požadavky vyplývající z účelu realizovaného zařízení:

- Z hlediska požadavků výrobního procesu bylo žádoucí navrhnout aplikaci kompatibilní s určitým přenosným zařízením, kterou bude možné použít přímo na motorovém vozidle, a to nezávisle na plnicím zařízení a pozici auta na lince, či mimo linku.
- bylo nutné zvolit vývojové prostředí, jenž podporuje měření signálů, analýzu sběrnice a zároveň programování vlastních aplikací
- Vzhledem k faktu, že realizované zařízení mělo být použito k optimalizaci výrobního procesu, důležitým kritériem bylo použití zařízení, které je schváleno standardy HKMC

Pro splnění výše uvedených požadavků bylo zvoleno vývojové prostředí programu CANalyzer 8.6.27 od firmy Vector, jež spojuje možnost měření, analýzy dat a vytváření vlastní aplikací pro sběrnice CAN, LIN, K-LINE, MOST, FlexRay. Jeho součástí je také VCI (vehicle communication interface), komunikační rozhraní CANCaseXL.



Obr. 36: použité CANcase komunikační rozhraní spolu s OBD kabelem

5.2 Realizace diagnostického systému ABS pomocí CANalyzer 8.5

CANalyzer, je univerzální prostředí pro různé typy sběrnic, které se využívá pro měření, analýzu chyb, OBD diagnostiku, vývoj diagnostických aplikací, simulace apod.

Cílem této práce vak není detailní popis této aplikace a jejích funkcí, pouze popis využití tohoto programu pro tvorbu diagnostického systému. Z tohoto důvodu bude pouze popsán postup vývoje diagnostické aplikace pro odvzdušnění systému ABS motorového vozidla.

5.2.1 nárh funkcí diagnostického systému

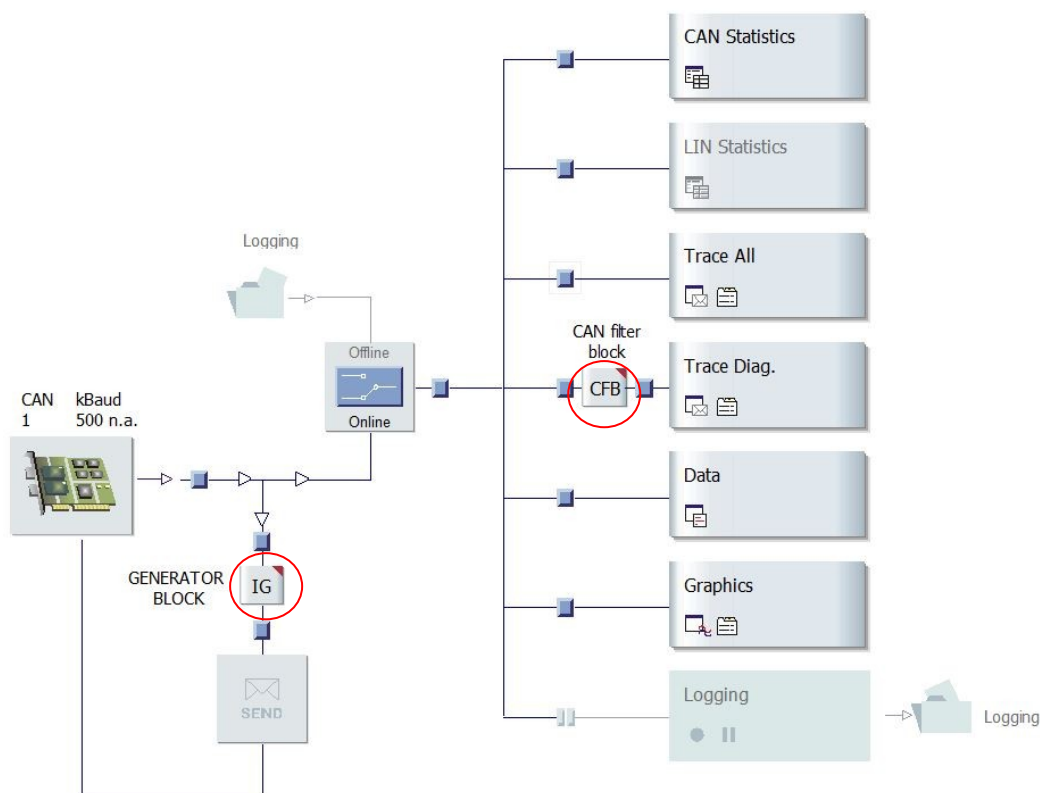
zjednodušeně řečeno, na základě účelu a využití ve výrobě bylo nutné specifikovat, jaké funkce má podporovat. Z analýzy problému v předchozí kapitole vyplývá, že hlavním úkolem je možnost dodatečné aktivace ABS ventilů a tím i snížení počtu vozidel neprocházejících napoprvé inspekci brzdových systémů.

- Funkci dodatečné aktivace ABS ventilů je vzhledem k variabilitě výrobního procesu nutno časově měnit (prodlužovat či zkracovat, v závislosti na rychlosti výrobní linky, nutnosti opakování procesu, jeho účelu apod.). Z toho důvodu by bylo výhodné mít možnost zvolit délku operace odvzdušnění hydraulického modulátoru
- možnost jednorázové aktivace ventilů obou brzdových okruhů, např. pro případ ověření funkce ventilů obou brzdových okruhů, aniž by bylo nutné aktivovat celý proces odvzdušnění
- čtení paměti závad – jedná se spíše o dodatečnou funkci, kterou je možné využít pro zjištění přítomnosti závady daného modulu
- zobrazení naměřených hodnot – jedná se taktéž spíše o přídavnou funkci podporující hlavní účel realizovaného diagnostického systému. Při aktivaci hlavní funkce dochází ke změně tlaku brzdové kapaliny v hydraulickém systému. Z tohoto důvodu je možné zobrazit naměřenou hodnotu brzdového tlaku [BAR].

5.2.2 Realizace funkcí diagnostického systému

Před zahájením tvorby samotné aplikace bylo zapotřebí definovat diagnostické příkazy pro výše zmíněné funkce řídicí jednotky ABS / ESP. Tato řídicí jednotka komunikuje prostřednictvím sběrnice CAN využívající přenos dat vycházející z normy ISO 15765-2. Vzhledem k omezenému rozsahu tato práce neobsahuje základní principy a informace o sběrnici CAN, pouze jsou zde zmíněny postupy vytvoření aplikace.

Na základě dokumentu ES HKMC (Engineering Standart Hyundai Kia Motor Company) byly definovány diagnostické příkazy (diagnostic services) požadovaných funkcí ABS /ESP jednotkou. Pro ověření správnosti byla použita funkce „Interactive generator block“.



Obr. 37: aplikace fce Gen. Block a CAN filter block v nastavení Canalyzer

Přidáním interactive general block do measurement setup je možné konfigurovat a posílat CAN zprávy na sběrnici bez předchozího vytvoření programu, což je výhodné z hlediska simulace a základního pochopení komunikace testeru s řídicí jednotkou

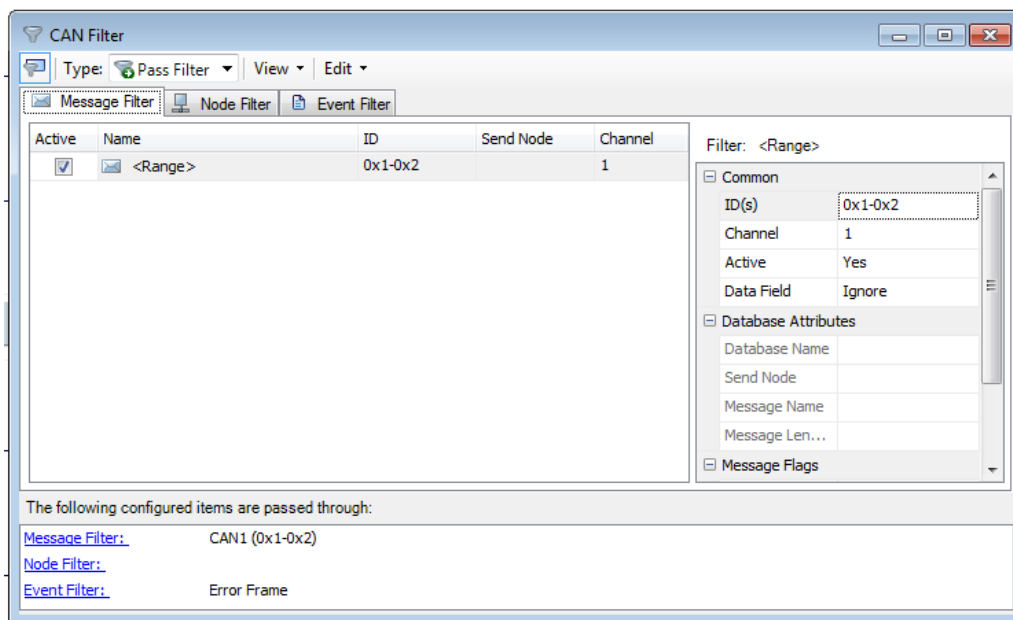
Obr. č. 38 ukazuje nastavení tzv. transmit listu, v kterém bylo nakonfigurováno 8 CAN zpráv budoucí diagnostické aplikace

Message Name		Message Parameters					Triggering							Data Field										
		Identifier	Channel	Frame	DLC	BRS	Send	Key	Cycle Time [ms]		Burst	HighLoad	Gateway	0	1	2	3	4	5	6	7			
0	...	0	CAN 1	Data	8	<input type="checkbox"/>	now	<input type="checkbox"/> Test	<input checked="" type="checkbox"/> t	<input type="checkbox"/> 10		1	<input type="checkbox"/> off	<input type="checkbox"/>		2	C	C	0	0	0	0	0	0
0	...	0	CAN 1	Data	8	<input type="checkbox"/>	now		<input checked="" type="checkbox"/> g	<input type="checkbox"/> 10		1	<input type="checkbox"/> off	<input type="checkbox"/>		5	C	C	C	C	C	0	0	0
0	...	0	CAN 1	Data	8	<input type="checkbox"/>	now		<input checked="" type="checkbox"/> v	<input type="checkbox"/> 10		1	<input type="checkbox"/> off	<input type="checkbox"/>		30	C	C	0	0	0	0	0	0
0	...	0	CAN 1	Data	8	<input type="checkbox"/>	now		<input checked="" type="checkbox"/> e	<input type="checkbox"/> 10		1	<input type="checkbox"/> off	<input type="checkbox"/>		4	C	C	C	C	0	0	0	0
0	...	0	CAN 1	Data	8	<input type="checkbox"/>	now		<input checked="" type="checkbox"/> u	<input type="checkbox"/> 10		1	<input type="checkbox"/> off	<input type="checkbox"/>		1	C	0	0	0	0	0	0	0
0	...	0	CAN 1	Data	8	<input type="checkbox"/>	now		<input checked="" type="checkbox"/> o	<input type="checkbox"/> 10		1	<input type="checkbox"/> off	<input type="checkbox"/>		2	C	C	0	0	0	0	0	0
0	...	0	CAN 1	Data	8	<input type="checkbox"/>	now		<input checked="" type="checkbox"/> p	<input type="checkbox"/> 10		1	<input type="checkbox"/> off	<input type="checkbox"/>		2	C	C	0	0	0	0	0	0
> 0	...	0	CAN 1	Data	8	<input type="checkbox"/>	now		<input checked="" type="checkbox"/> t	<input type="checkbox"/> 10		1	<input type="checkbox"/> off	<input type="checkbox"/>		2	C	C	0	0	0	0	0	0
									</															

Obr. 38: definování a ověřování CAN zpráv pomocí fce „Generator Block

Identifikátor (tzv. **ECU CAN Recieve message ID**) i proměnné zpráv jsou definovány Engineering standardem HKMC (Hyundai Kia Motor Company), jedná se tedy o důvěrné informace každého výrobce vozidel. S ohledem na utajení těchto informací jsou identifikátory i datové zprávy na obrázcích i zdrojových kódech v této práci nahrazeny smyšlenými hodnotami, popř zcela vymazány.

Pro vyhodnocení správnosti nadefinovaných CAN zpráv je zapotřebí analyzovat reakci ABS / ESP jednotky na vysílané zprávy. Vzhledem k velkému množství identifikátorů a zpráv na sběrnici CAN byl vytvořen jednoduchý filtr, který filtruje zprávy na základě uživatelem definovaných parametrů. V tomto případě je zcela optimální nastavení filtru CAN zpráv na základě rozsahu identifikátoru obsahující **ECU CAN Recieve message ID** a **Tester CAN Recieve message ID** (podle engineering standardu)

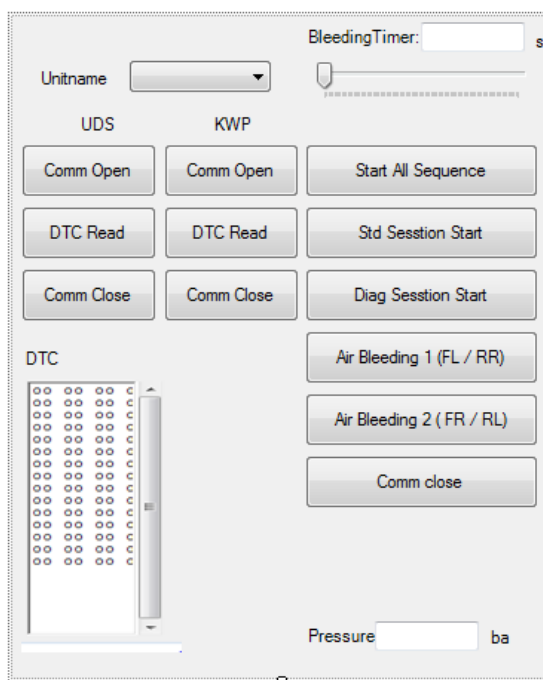


Obr. 39: nastavení CAN filtru pro následnou analýzu komunikace

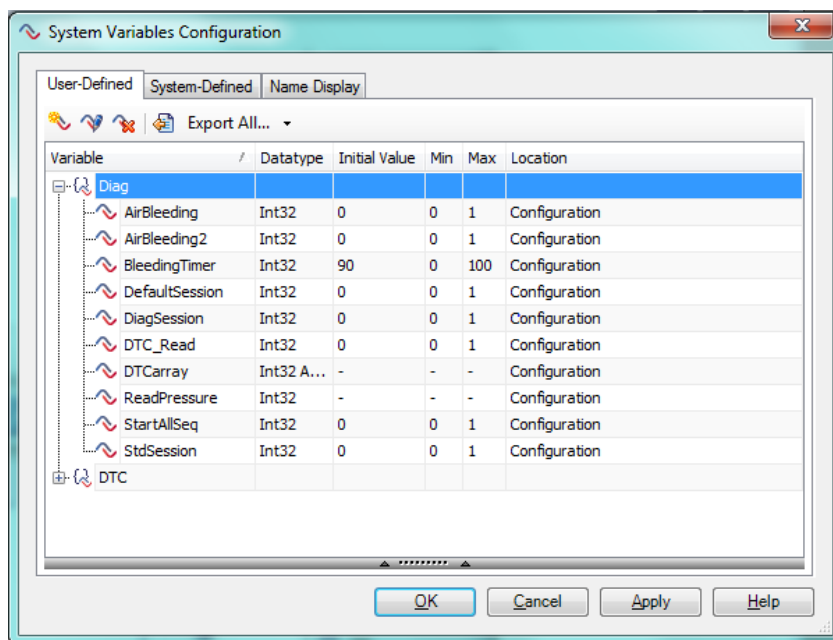
Pomocí této základní simulace bylo otestováno fungování nadefinovaných příkazů a následná reakce ABS /ESP, zejména chování při zasílání příkazů v rozdílném pořadí a čase. Zachycené podmínky a závislosti byly zahrnuty do hlavního programu.

V podprogramu panel designer byl navržen grafický element celé aplikace. Pomocí tohoto řídicího panelu je možné v programu nastavovat parametry, aktivovat jednotlivé funkce, či zobrazovat výstupní proměnné. Popisy tlačítek a funkčních oken panelu byly napsány v oficiálním úředním jazyce výrobního závodu HMMC, kterým je anglický jazyk.

Obr. 40: návrh hlavního ovládacího panelu budoucí aplikace



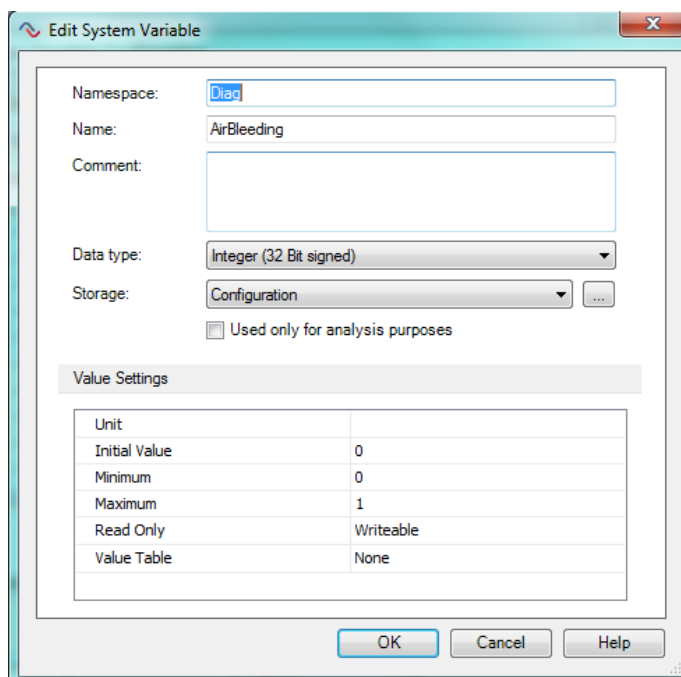
Tlačítka a funkční okna panelu jsou propojena s tzv. systémovými proměnnými, jejichž parametry jsou nakonfigurovány v editoru.



Obr. 40: konfigurace systémových proměnných budoucí aplikace

Systémové proměnné jsou definovány do skupiny pomocí tzv. namespace. Každá systémová proměnná tedy náleží do určité skupiny, kde je poté unikátně definována pomocí názvu (Name).

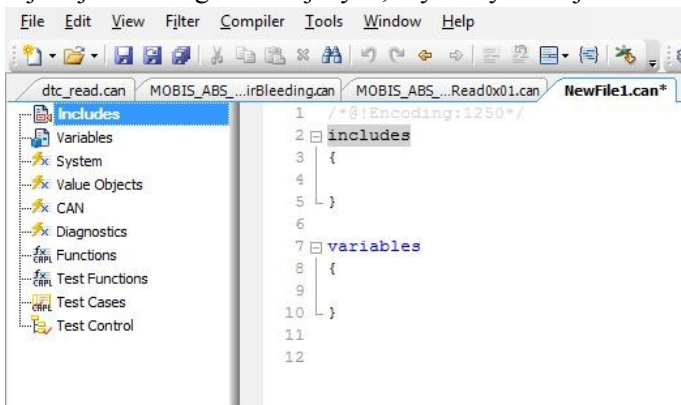
Systémové proměnné jsou poté zadány parametry datového typu (integer, Double, string, apod.) a blíže definovány parametry hodnot, jako jednotky (unit – napr. bar), počáteční hodnota (initial value), maximální a minimální hodnoty (minimum, maximum), výběr možnosti zápisu (writeable / readonly) a pomocí value table definovat určité podmínky proměnné – např. podmínka on_off definuje stavy : 0=off, 1=on, 2=invalid



Obr. 41: definování parametrů systémových proměnných budoucí aplikace

5.2.3 Vytvoření zdrojového kódu

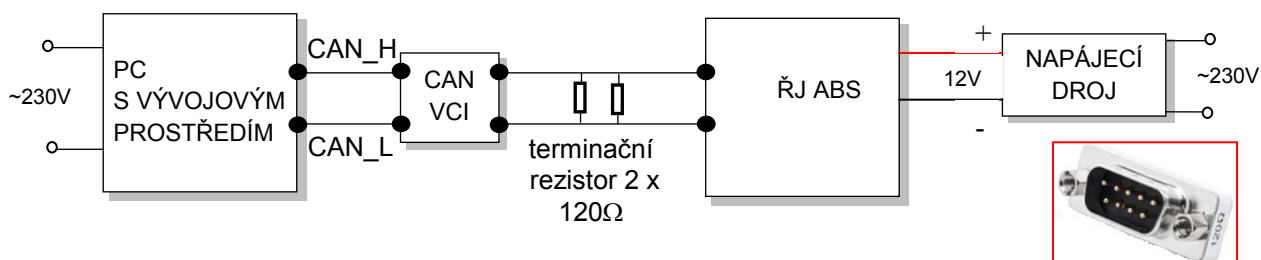
Aplikace byla vytvořena v jazyce zvaném CAPL (Communication Access Programming Language), jednoduchém jazyce vycházejícím ze základů jazyka C, jehož programovací prostředí CAPL browser je součástí CANalyzer. Vzhledem k podkladům potřebným pro vytvoření této aplikace, jež jsou v anglickém jazyce, bylo výhodnější hlavní program, stejně jako veškeré proměnné a nastavení potřebné pro vývoj této aplikace, napsat v anglickém jazyce.



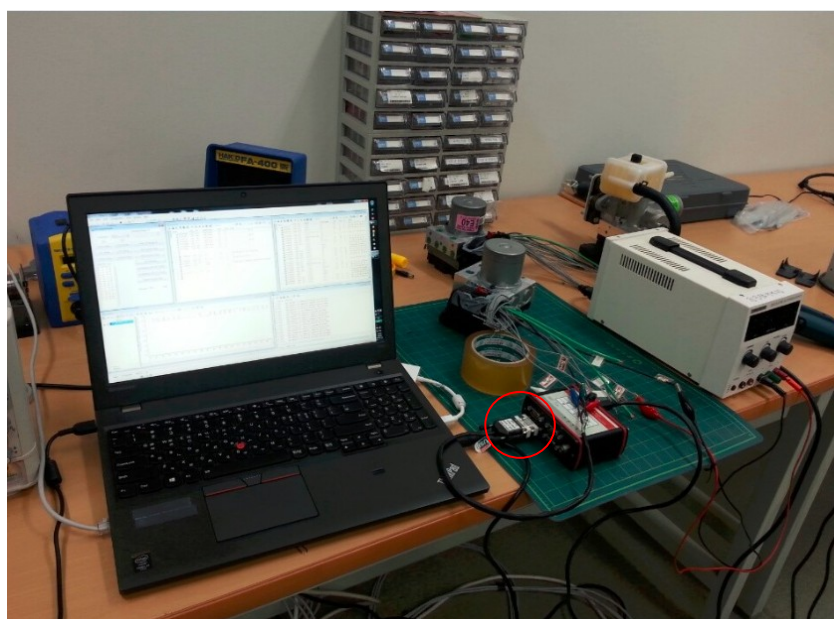
Návrh aplikace a základní testování komunikace probíhalo na ABS modulu připojeném v laboratoři. Vzhledem k faktu, že se ABS modul nachází mimo veškerou palubní diagnostiku vozidla, bylo nutné do testovacího obvodu CAN sběrnice zapojit terminační rezistory 2 x 120 Ohm.

Obr. 42: CAPL browser – prostředí použité pro napsání zdrojového kódu

Testování funkce čtení paměti závad řídicí jednotky ABS bylo taktéž testováno v laboratoři. Z důvodu zapojení mimo elektroniku vozidla řídicí jednotka ABS generovala množství chybových hlášení. Funkce aktivace ventilů ABS byla již testována ve vozidle z důvodu velké proudové zátěže zdroje. Funkce zobrazení měřených hodnot (tlaku brzdové kapaliny) také, z důvodu možnosti sledování odezvy programu na reálnou změnu tlaku při stisknutí brzdového pedálu.



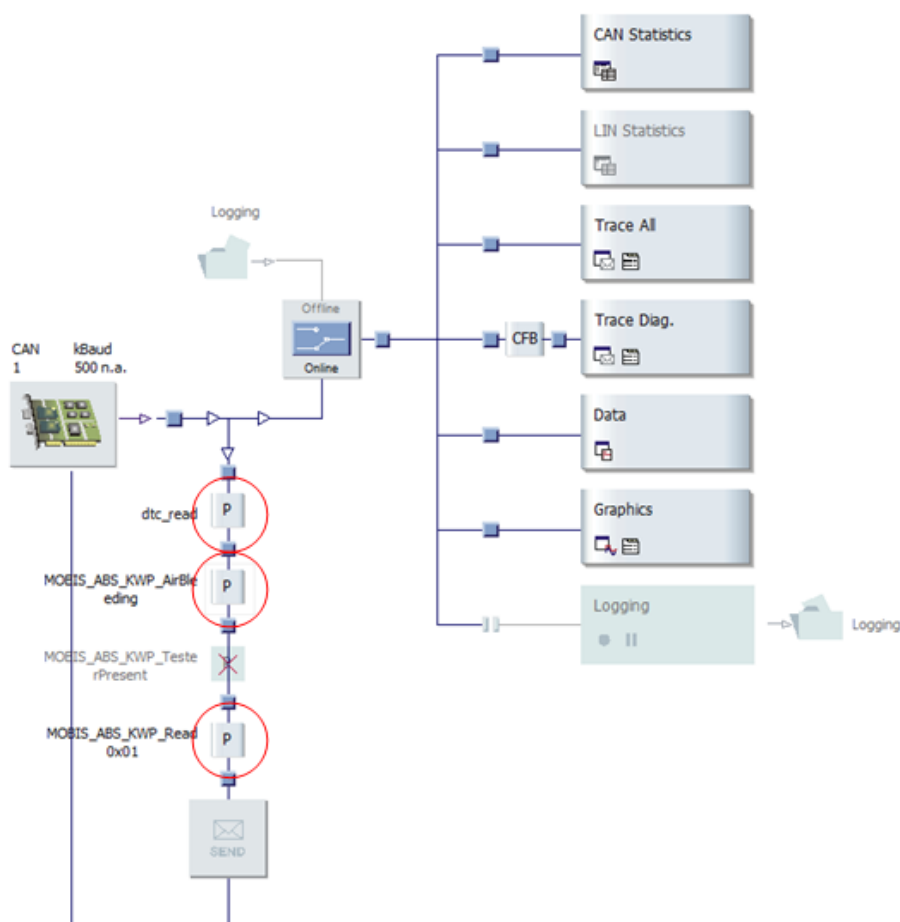
Obr. 43: schéma zapojení testovacího obvodu v laboratoři



Obr. 44: návrh programu pomocí testovacího obvodu v laboratoři

Hlavní program se skládá ze tří částí / uzlů (tzv. program Nodes):

- Dtc_read - uzel pro funkci čtení a zobrazení paměti závad
- MOBIS_ABS_KWP_airbleeding – uzel pro aktivaci diagnostické funkce air bleeding
- MOBIS_ABS_KWP_Read0x01 – uzel pro měření a zobrazení tlaku brzdového systému



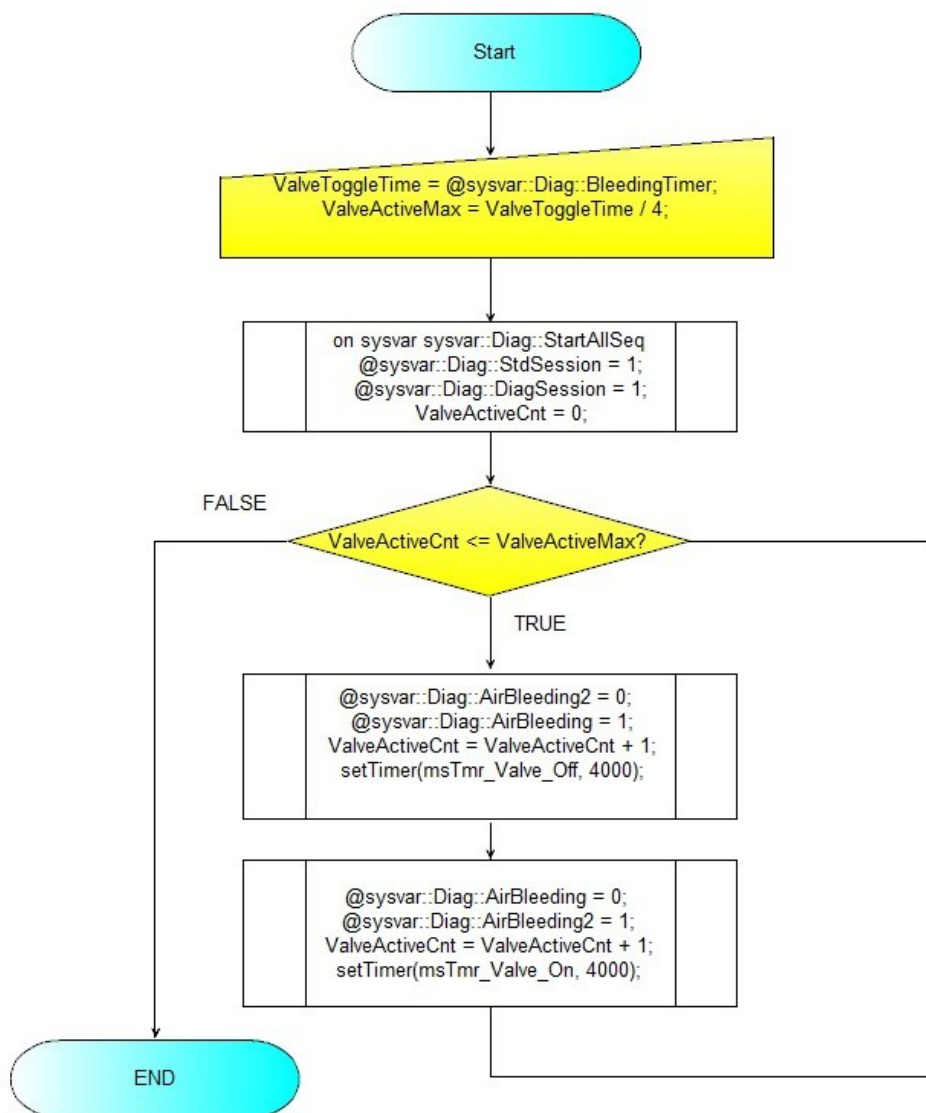
Obr. 45: implementace 3 programových uzlů do obvodu měření

Jak je patrné ze schéma v measurement setup, jedná se o zcela 3 samostatné uzly. Hlavní důvod rozdělení programu na více uzlů je ten, že vývoj aplikace byl postupný a pozdějším přidáváním dalších funkcí do již napsaného a odladěného zdrojového kódu by došlo k jeho zkomplikování a popř. i špatnému fungování. V tomto případě se jedná o tři zdrojové kódy, které jsou n sobě nezávislé, což zjednodušuje návrh programu, i samotné odladění. Lze to označit za hlavní výhodu tohoto návrhu.

MOBIS_ABS_KWP_airbleeding

Jedná se o hlavní funkci vytvořené diagnostické aplikace, která umožňuje aktivaci sekvence odvzdušnění hydraulického modulatoru. Základní princip tohoto programu je znázorněn na zjednodušeném vývojovém diagramu, který byl vytvořen programem Diagram Designer.

Nastavením hodnoty „**bleeding timer**“ pomocí jezdce na hlavním ovládacím panelu uživatel specifikuje požadovanou délku sekvence aktivace ventilů ABS, díky čemuž se nastaví proměnná „**ValvetoggleTime**“. Ta je dále využita pro výpočet řídicí hodnoty „**ValveActiveMax**“, která řídí délku sekvence pomocí počtu opakování aktivace ventilů.



Obr. 46: vývojový diagram zdrojového kódu programu MOBIS_ABS_KWP_airbleeding

Pro výpočet **ValveActiveMax** Platí: **ValveActiveMax = ValvetoggleTime / 4**

Kde,

ValvetoggleTime = nastavení doby aktivace ventilů uživatelem [s]

4 = konstanta charakterizující délku jednoho cyklu aktivace ventilů = 4sekundy

pro nastavení hodnoty bleeding timer = 90s na hlavním panelu tedy platí:

$\text{ValveActiveMax} = 90 / 4$

$\text{ValveActiveMax} = 22$ cyklů aktivace ABS ventilů

Stisknutím ovládacího tlačítka na hlavním panelu Start All Sequence dojde v programu k spuštění objektu **StartAllSeq**, který vysílá zprávu pro navázání komunikace s ABS jednotkou, tzv. **Diag::StdSession** a **Diag::DiagSession**. Na začátku sekvence dochází k inicializaci tzv. **ValveActiveCnt**, která je nastavena do hodnoty 0. Tímto je splněna podmínka IF, kdy pro kterou platí, že:

$\text{ValveActiveCnt} \leq \text{ValveActiveMax}$ ($0 \leq 22$)

a dochází k aktivaci objektu **Diag::AirBleeding**, který vysílá zprávu na aktivaci předního pravého / zadního levého ventilu na dobu 4000ms. Přitom platí, že:

$\text{ValveActiveCnt} = \text{ValveActiveCnt} + 1$

Následně dochází také k aktivaci objektu **Diag::AirBleeding2**, který vysílá zprávu pro aktivaci předního levého / zadního pravého ventilu na stejně dlouhou dobu a taktéž platí, že:

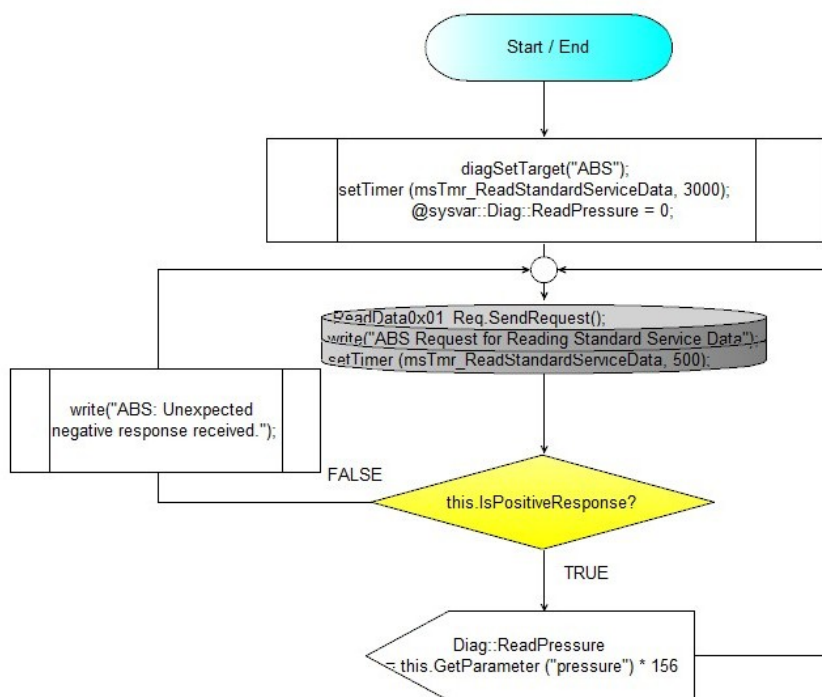
$\text{ValveActiveCnt} = \text{ValveActiveCnt} + 1$

Tímto dochází k zvyšování hodnoty **ValveActiveCnt** až do úrovně **$\text{ValveActiveCnt} \leq \text{ValveActiveMax}$** , kdy je sekvence ukončena.

Nabídka hlavního panelu taktéž umožňuje jednorázovou aktivaci ABS ventilů obou brzdových okruhů pomocí tlačítek. Vzhledem k tomu, že se nejedná o naprogramovanou sekvenci, je zapotřebí dodržet správnou sekvenci užití tlačítek a stisknout tlačítko Diag Session Start, čímž dojde k navázání komunikace pomocí příkazu v objektu **Diag::DiagSession** a poté již stisknout Air Bleeding 1 (FL /RR), nebo Air Bleeding 2 (FR /RL). Doba mezi navázáním komunikace pomocí tlačítka Diag Session start a aktivace ventilů by neměla být delší než 5 vteřin, v opačném případě dojde k přerušení komunikace. Tento problém byl vyřešen aplikací funkce čtení tlaku, kdy dochází každých 500ms k vysílání požadavku do řídicí jednotky ABS, díky čemu nedochází po 5 vteřinách k ukončení komunikace. Ta se ukončí až případným stiskem tlačítka na hlavním panelu Comm Close.

MOBIS_ABS_KWP_Read0x01

Tento uzel reprezentuje diagnostickou funkci čtení naměřených hodnot, konkrétně měření tlaku brzdové kapaliny pomocí snímače tlaku v hydraulickém modulátoru. Po zapnutí programu a připojení testeru na sběrnici je systémová proměnná **Diag::ReadPressure** nastavena na hodnotě 0 (tzv. inicializace) a to po dobu 3000ms, kterou specifikuje časovač **msTmr_ReadStandardServiceData**. Poté již začíná měření.



Obr. 47: vývojový diagram zdrojového kódu programu MOBIS_ABS_KWP_Read0x01

Při ověřování komunikace pomocí „Interactive generator block“ bylo zjištěno, že ABS jednotka posílá námi požadovanou hodnotu o úrovni tlaku kapaliny v „balíku“ datové zprávy o délce 39 byte s dalšími provozními hodnotami a informacemi, které však pro nás nemají využití. Možnost přijetí celé této zprávy a následné „odtržení“ pouze námi požadované informace pomocí programu se ukázalo jako složitější řešení, které by výrazně zkomplikovalo zdrojový kód této funkce .

Místo toho byla využita tzv. Basic Diagnostics databáze , která je součástí CANalyzer. V této databázi se dají nadefinovat základní diagnostické příkazy, v našem případě ABS funkce **ReadDataByLocalIdentifier** (čtení naměřených hodnot).

Startbit	Name	Value Type	Conversion	Length [Bit]
55	Param1	Array	Value	56
111	Param2	Array	Value	56
167	Param3	Array	Value	56
223	Param4	Array	Value	56
279	pressure	Int	Formula	16
Offset		Factor		
0		0.0156		

Obr. 48: Basic Diagnostics - definování parametrů ohrzené zprávy od řídicí jednotky ABS

Na základě informací z Engineering Standardu daného ABS modulu byly nadefinovány požadované parametry (obr. 48). Správnost nadefinování parametrů byla následně ověřena kontrolním měřením na sběrnici pomocí funkce Trace file – čtení komunikace CAN sběrnice . Na obr. (obr. 49) je patrné, že namísto neznámého parametru Param5 je již zobrazena definována proměnná „pressure“ i s informací o aktuálním tlaku 0.967200 BAR.

Param	DF	E3	FF	7	14	1	C3	FF	00	00	00	14	01	C3	FF
Param1	0	0	0	14	1	C3	FF	00	00	00	14	01	C3	FF	
Param2	0	0	0	0	FF	FF	FF	00	00	00	00	FF	FF	FF	
Param3	15	F0	4	FC	0	0	0	15	F0	04	FC	00	00	00	
Param4	FD	5D	F5	FF	FD	0	0	FD	5D	F5	FF	FD	00	00	

pressure: 0.967200 00 3E

Obr. 49: rozklovaný údaj o hodnotě tlaku brzdové kapaliny v obdržené CAN zprávě

Příkazem `ReadData0x01_Req.SendRequest` v programu je zaslán požadavek na vyčtení tlaku z jednotky ABS, časovač `msTimer_ReadStandardServiceData` specifikuje vzorkování, tedy jak často být vyslán požadavek řídicí jednotce ABS. Při prvním testování programu byl časovač nastaven nahodnotu 3000ms, což mělo za následek pomalou odezvu měření v porovnání s reálnou změnou tlaku. Testováním byla hodnota ustavena na 500ms.

V případě, že je obdržena kladná odpověď ze strany řídicí jednotky ABS, je vyčtená hodnota převedena na jednotku mbar vynásobením konstantou 156 a výsledek je zobrazen na hlavním diagnostickém panelu. Dojde-li k obdržení negativní odpovědi, napíše se do textového okna informace „**ABS: unexpected negative response received**” a dochází k zaslání dalšího požadavku o vyčtení hodnoty tlaku z řídicí jednotky ABS. Program je ukončen spolu s ukončením komunikace zařízení.

Dtc_read

tento uzel charakterizuje diagnostickou funkci vyčtení chyb z paměti závad pro řídicí jednotku ABS, doplňkově také čtení chyb řízení motoru ECU, řídicí jednotku automatické převodovky TCU, řídicí jednotku airbagů ACU.

Uvedený vývojový diagram pro zjednodušení popisuje pouze chování programu při čtení chyb z paměti závad řídicí jednotky ABS. Při čtení paměti závad dalších řídicích jednotek je princip programu stejný. V rámci zjednodušení programu byl příkaz na čtení dat z paměti závad definován také pomocí tzv. Basic Diagnostics databáze Na začátku programu je nadefinovány z „i“ tzv. loop logic counter „i“. Před začátkem čtení chyb je definována hodnota $i = 0$. Zároveň platí, že pro každé DTC se proměnná i zvyšuje a $i < 15$ (program umožňuje vyčtení pouze 15 chybových hlášení z paměti závad). Dojde-li k výběru např. řídicí jednotky ABS (Unitname = 0x003), je zapotřebí stisknout tlačítko Comm open na hlavním panelu, čímž je vyslán diagnostický požadavek pro navázání spojení s příslušnou řídicí jednotkou. Stisknutí tlačítka DTC read dochází k zaslání diagnostického požadavku (diagRequest) s názvem **ReadDiagnosticTroubleCodes**, který je definován pomocí programu basicDiagnostics console.

Pro tento diagnostický požadavek jsou v databázi Basicdiagnostics definovány parametry odpovědi řídicí jednotky ABS (obr.50):

- počet DTC – startbit a délka zprávy [Bit], typ hodnoty
- 15 jednotlivých DTC, startbit délka zprávy [Bit], typ hodnoty

☒ Synchronize subfunction/local ID

Request Response

Parameters

Byte Order: Motorola

Startbit	Name	Value Type	Conversion	Length [Bit]
15	numberOfDTC	UInt	Value	
23	DTC1	Array	Value	
47	DTC2	Array	Value	
71	DTC3	Array	Value	
95	DTC4	Array	Value	
119	DTC5	Array	Value	
143	DTC6	Array	Value	
167	DTC7	Array	Value	
191	DTC8	Array	Value	
215	DTC9	Array	Value	
239	DTC10	Array	Value	
263	DTC11	Array	Value	
287	DTC12	Array	Value	
311	DTC13	Array	Value	
335	DTC14	Array	Value	
359	DTC15	Array	Value	

Obr. 50: definování parametrů obraceň zprávy čtení chyb z paměti závad

Přijetím pozitivní odpovědi od řídicí jednotky ABS je splněna podmínka hlavního programu a dochází k zapsání do tzv. DTC Array na hlavním panelu (okno s označením DTC). Přijetím negativní odpovědi se do textového okna zapíše **“Unexpected negative response recieved”** a program se ukončí.

Po zobrazení DTC do kolonky v hlavím panelu má uživatel možnost ukončit program stiskem tlačítka Comm Close, nebo pokračovat ve výběru a čtení paměti závad jiné řídicí jednotky.

6 Experimentální ověření realizovaného modelu

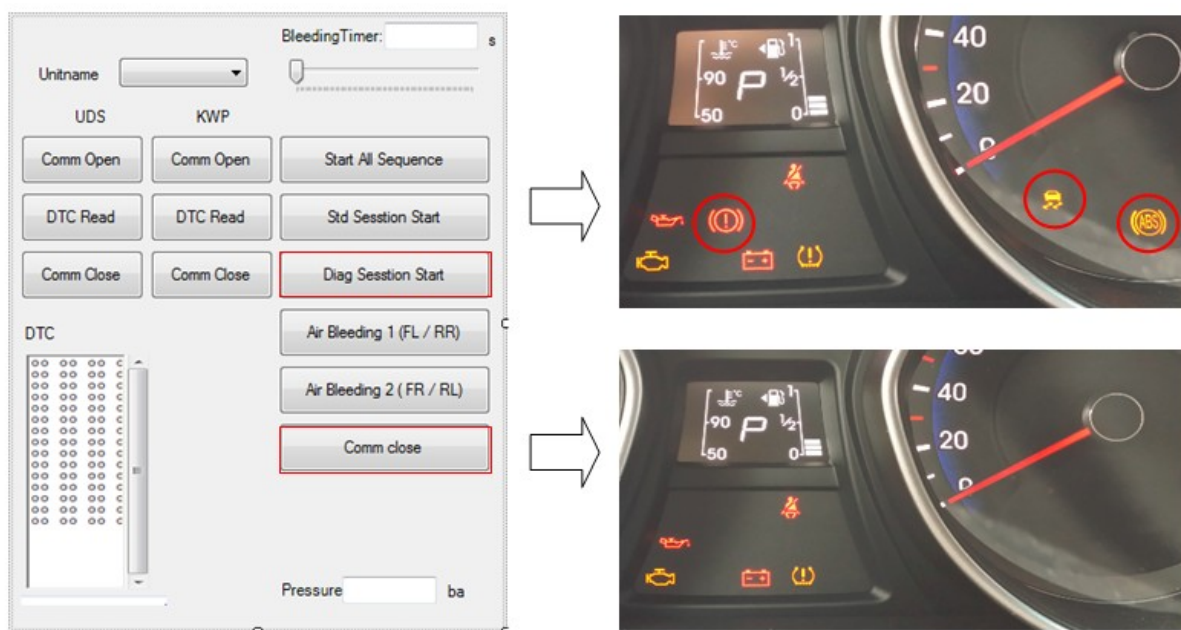
V první části ověření funkčnosti realizovaného diagnostického zařízení byly testovány podporované diagnostické funkce, v druhé části vyhodnocen přínos využití diagnostického systému pro zlepšení výsledků inspekce elektronických brzdových systémů v HMMC

6.1 Ověření diagnostických funkcí realizovaného diagnostického zařízení

- navázání komunikace / ukončení komunikace s řídicí jednotkou

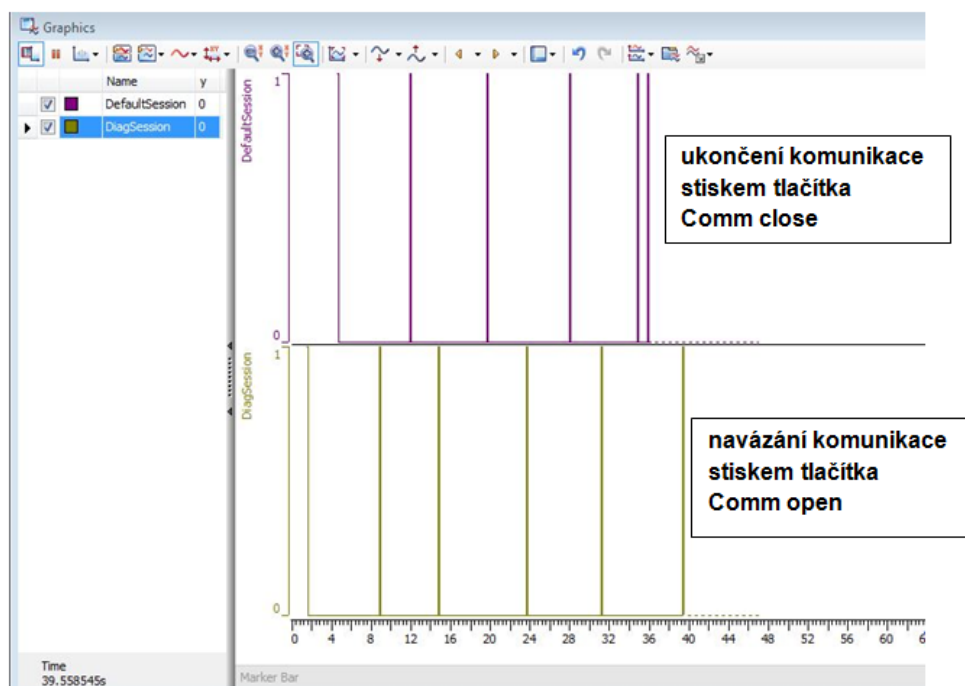
jedná se pouze o dílčí diagnostickou operaci, na kterou však navazují ostatní diagnostické funkce. Z tohoto důvodu byla jako první vykonána zkouška navázání spojení s řídicí jednotkou ABS /ESP vozidla Hyundai i30 pomocí příkazu Comm Open a ukončení spojení pomocí příkazu Comm close.

Na obrázku je vidět úspěšné navázání spojení s řídicí jednotkou, které potvrzuje zobrazení indikátorů elektronického brzdového systému na palubním počítači, po ukončení komunikace zhasnutí indikátorů.



Obr. 53: vizuální ověření funkce tlačítek pro navázání / ukončení komunikace s řídicí jednotkou

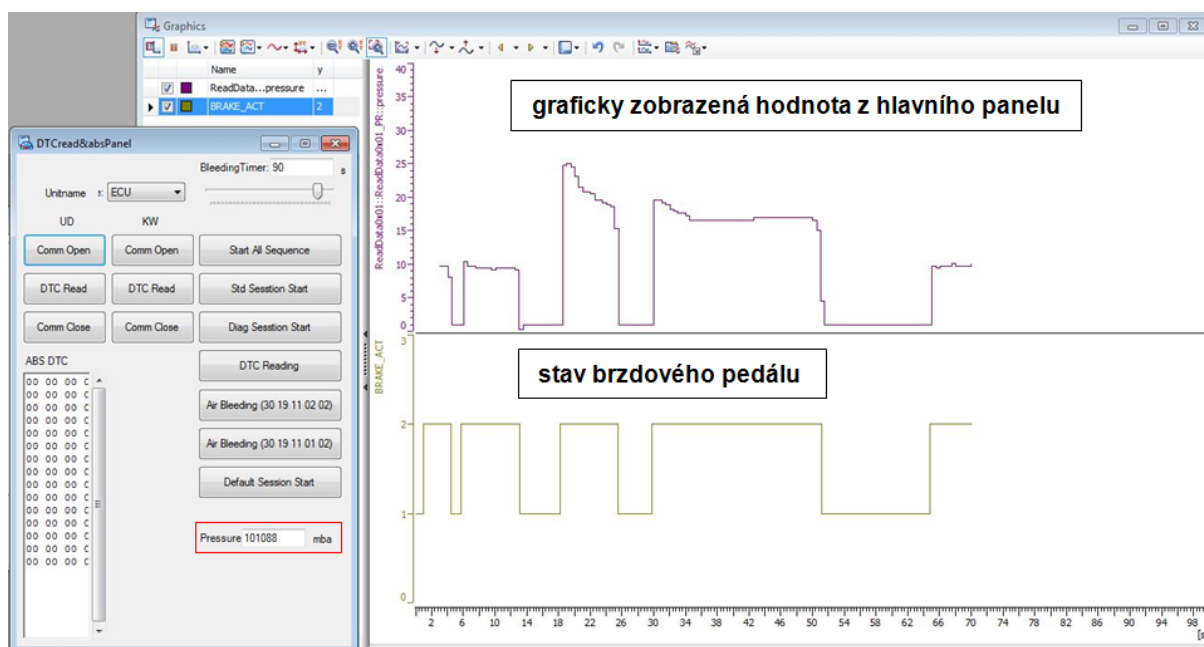
Ověření funkce je taktéž graficky znázorněna Canalyzer funkcí Analysis, kde je zobazena činnost systémové proměnné DiagSession (navázání komunikace) vzápění a DefaultSession (ukončení komunikace) v pěti po sobě jdoucích cyklech.



Obr. 54: ověření funkce systémových proměnných navázání / ukončení komunikace s řídicí jednotkou

- diagnostická funkce zobrazení naměřených hodnot (měření tlaku brzdové kapaliny)

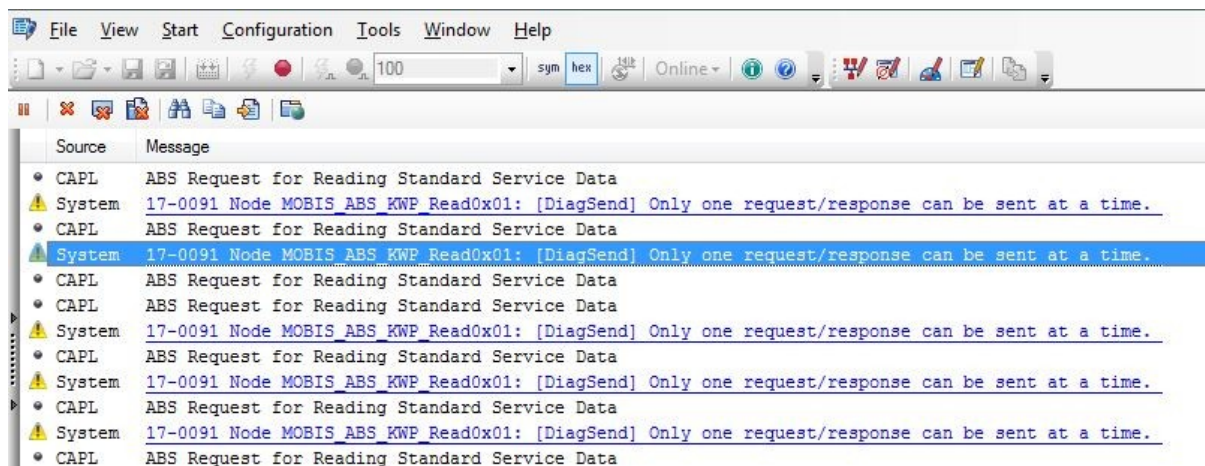
V rámci ověření funkčnosti zobrazení měřených hodnot je vpravo vidět námi nadefinovanou hodnotu „**Readdata0x01:pressure**“ v grafické podobě měnící se v závislosti na stisku brzdového pedálu. Vlevo poté je vidět stejná proměnná zobrazena numericky na hlavním panelu v kolonce „pressure“ [mBar]



Obr. 55: ověření funkce měření aktuálních hodnot (numericky / graficky)

Jak již bylo zmíněno, nastavený čas zaslání požadavku na aktuální hodnotu řídicí jednotce ABS tlaku byl původně nastaven na 3000ms. Postupným snižováním a následným ověřováním funkce byl ustaven na 500ms, což se ukázalo jako kompromis mezi akceptovatelnou odezvou změny tlaku na aktuální stav a správnou činností ostatních funkcí panelu.

Snížením hodnoty pod 500ms docházelo k přetížení komunikace s řídicí jednotkou ABS, což se projevovalo nemožností aktivovat další funkce na hlavním panelu, např. čtení paměti závad, popř. aktivování ABS ventilů. Obr. č. 56 ukazuje záznam textového okna, kde jsou viditelná chybová hlášení, která vznikla při aktivaci funkce aktivace ABS ventilů a souběžném vyčítání tlaku brzdové kapaliny s nastavením vyčítání hodnoty tlaku 100ms.



Obr. 56: chybová hlášení díky souběžnému zasilání požadavků do ABS řídicí jednotky

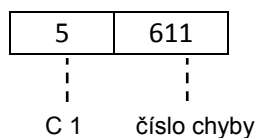
➤ funkce čtení paměti závad

Pro ověření této funkce na vozidle bylo zapotřebí nasimulovat určitý druh závady, který zajistí přítomnost chyby v paměti závad. Níže uvedená závada, konkrétně nekomunikující řídicí jednotka motoru ECU, způsobila chybu v řídicí jednotce ABS. Vyčtená chyba byla zobrazena na hlavním diagnostickém panelu v kolonce „DTC array“



Obr. 57: simulace závady odpojením řídicí jednotky motoru

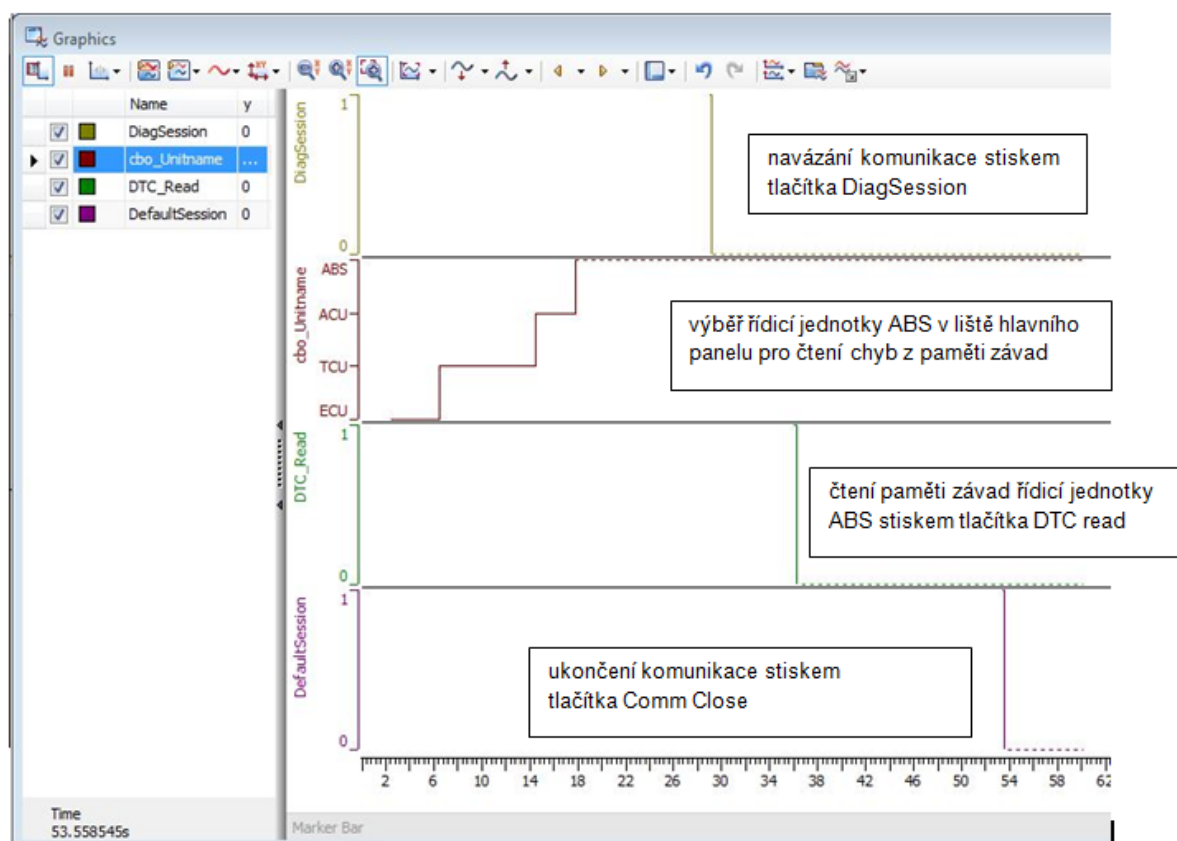
vyčtená chyba 5611E0 = **C 1611 CAN timeout EMS (řídící jednotka motoru komunikuje)**



Jak je patrné z výše vedené analýzy vyčteného řetězce z paměti závad ABS jednotky, zpráva zaslána řídící jednotkou, je zčásti zakódována. Pro její rozkódování je zapotřebí Engineering standardu DTC ES HKMC, jejíž distribuce podléhá utajení ze strany HKMC. Uvedena práva byla rozklíčována na základě informace z vývojového centra, zaslání celé specifikace (DTC Engineering Standard) však bylo vývojovým centrem zamítnuto z důvodu utajení výše zmíněného dokumentu. Z tohoto důvodu diagnostický program zobrazuje zčásti zakódovanou zprávu.

Hlavním účelem tohoto panelu je aktivace ventilů ABS a čtení paměti závad je pouze doplňková funkce pro informaci obsluhy zařízení o přítomnosti chyby řídící jednotky ABS v paměti závad před / po této aktivitě, což tato funkce umožňuje. Pro navrhovaný účel je tedy tato funkce zcela dostačující.

Obrázek 59 graficky znázorňuje aktivované systémové proměnné zachycené v čase při použití funkce čtení chyb paměti závad.

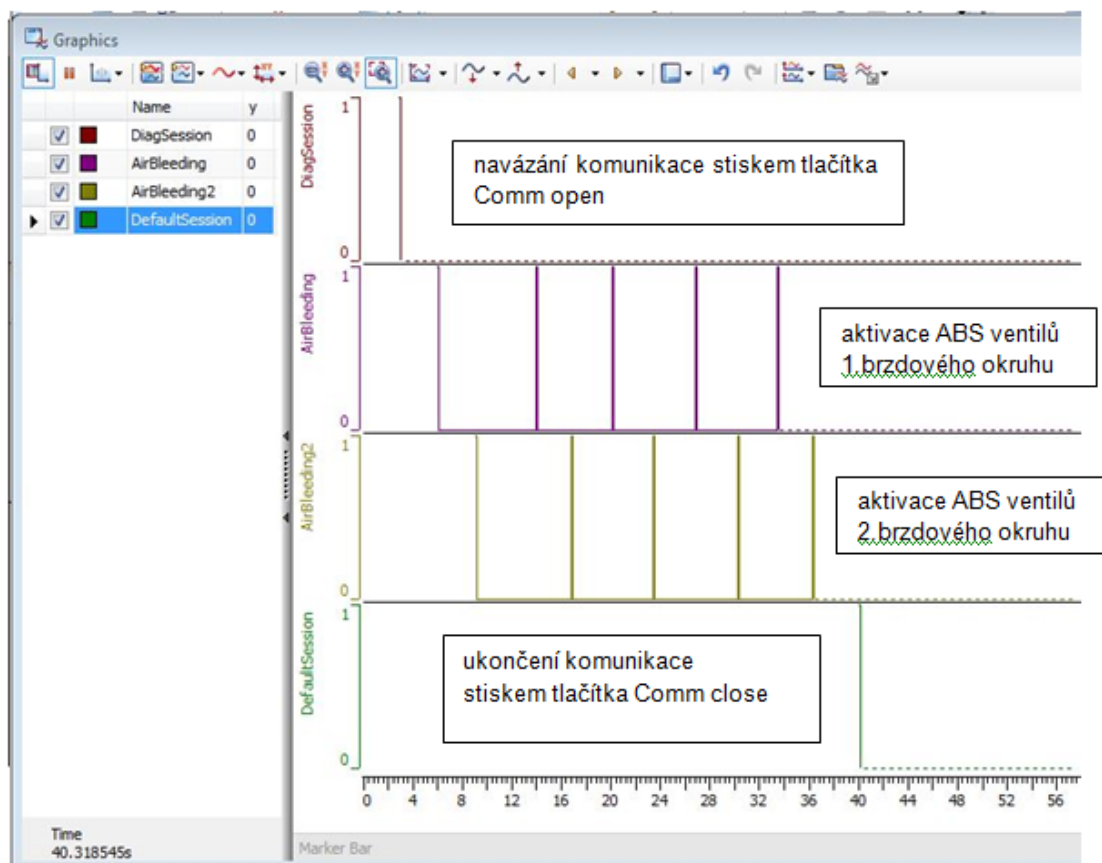


Obr. 59: systémové proměnné při čtení chyb paměti závad

➤ funkce aktivace ABS ventilů

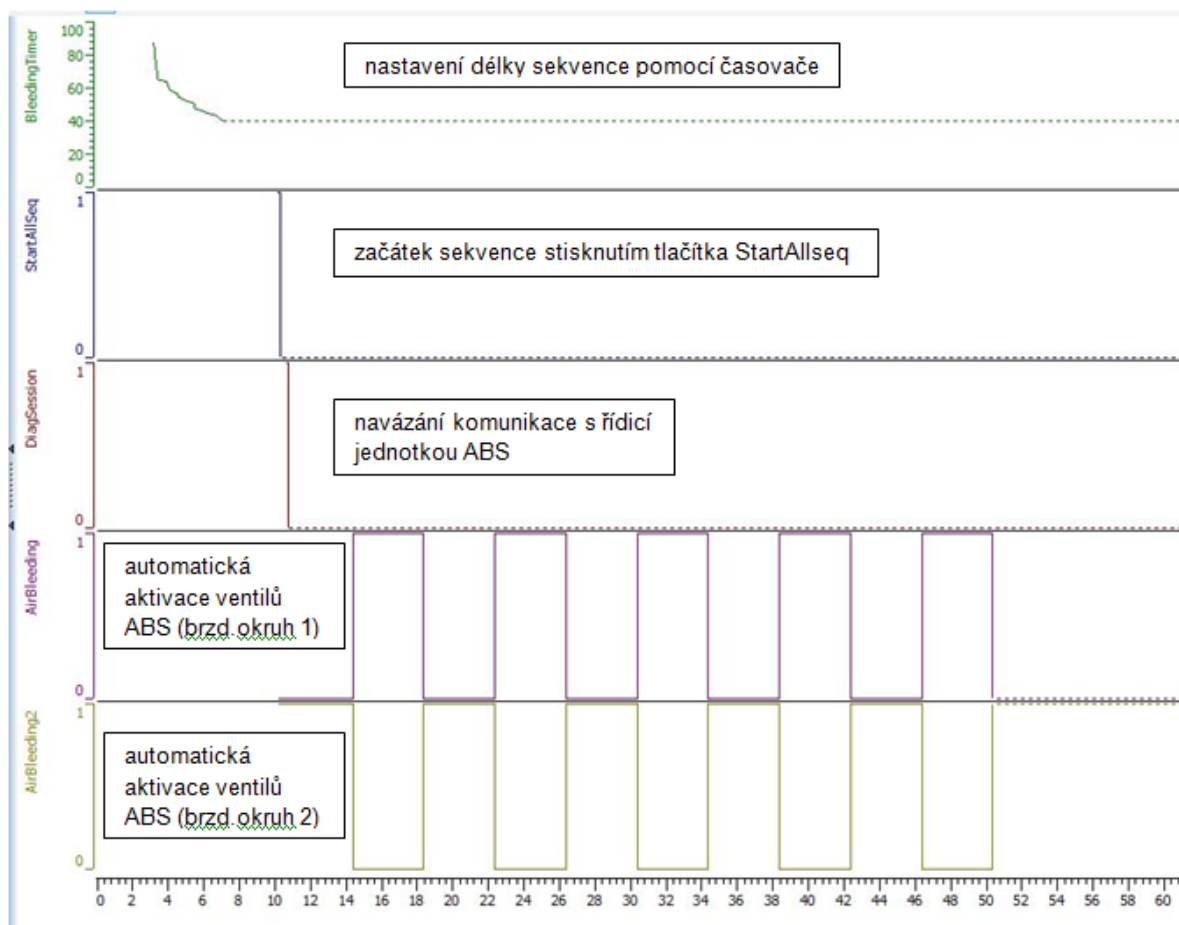
Aktivovat tuto funkci pomocí vytvořeného diagnostického programu je možné buď v rámci sekvence na různě dlouhý časový úsek pomocí nastavení času na posuvném jezdcí hlaního panelu a stisknutí tlačítka Start All Sequence, nebo jednorázově pomocí tlačítek Air Bleeding 1 / Air Bleeding 2 každý brzdový okruh zvlášť.

Funkce jednorázové aktivace ventilů je graficky znázorněná níže v závislosti na čase. Od navázání komunikace, přes sekvenci 5 jednorázových aktivování ABS ventilů prvního a druhého brzdového okruhu, až po ukončení komunikace.



Obr. 60: systémové proměnné při čtení jednorázovém aktivování ABS ventilů

Dále bylo vykonáno grafické znázornění testu sekvence aktivování ventilů začíná nastavením délky sekvence pomocí posuvného jezdce. Po zapnutí programu je časovač vždy nastaven na výchozí hodnotu 90 sekund, která byla změněna na hodnotu 40 sekund. Stisknutím tlačítka Start All Seq dochází k navázání spojení řídicí jednotkou ABS a poté k střídavé aktivaci brzdových okruhů ventilů ABS. Čas aktivace jednotlivých ventilů ABS odpovídá nastaveným 4000ms. Změříme-li čas celé sekvence pomocí časové osy grafického okna, od stisknutí tlačítka Start All Seq do posledního aktivování ventilů ABS sekvence trvá nastavených 40 sekund.



Obr. 61: systémové proměnné při aktivování ABS ventilů pomocí sekvence

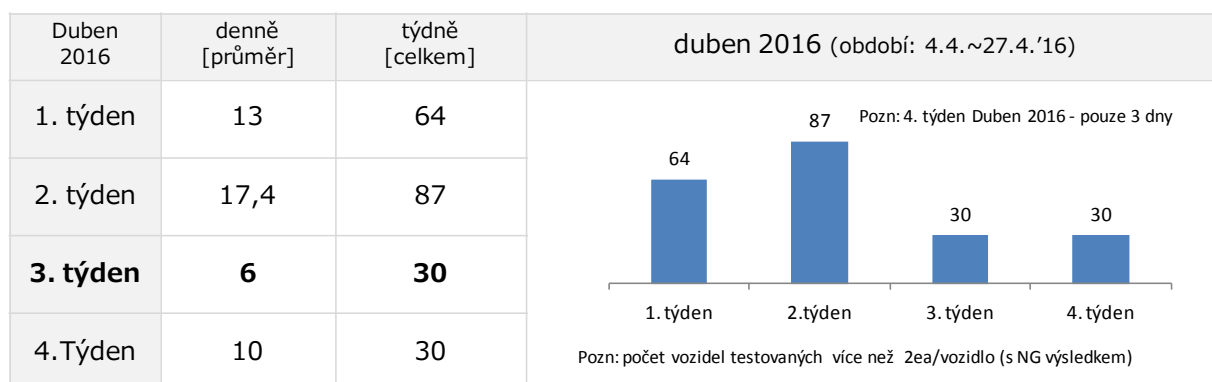
- Využití realizovaného diagnostického zařízení pro zlepšení výsledků inspekce asistenčních brzdových systémů

Hlavním smyslem realizace tohoto diagnostického zařízení byl jeho přínos pro inspekci ve výrobním závodě HMMC. Tento diagnostický systém měl být využit pro aktivování ABS ventilů jednotlivých vozidel před samotným testem elektronických brzdových systémů Roll Brake, což mělo mít za následek snížení počtu vozidel nutných opakování testu. Vzhledem k nákladům spojeným s tímto testem byl vyhrazen pracovní týden, během kterého došlo u každého vozidla k aktivaci ABS ventilů na 20 vteřin pomocí realizovaného zařízení.

(vzhledem k třísměnnému provozu bylo zapotřebí třech inspektorů, kteří po dobu 5 dnů budou 8 hodin aktivovat ventily ABS všech vyrobených vozidel).

Na základě analýzy dat z databáze NG výsledků se potvrdilo, že v období, kde byly před testem Roll Brake dodatečně aktivovány ventily ABS, výrazně kleslo množství vozidel, které bylo nutné testovat v zařízení Roll Brake více než jednou. Tabulka č. 3 ukazuje výsledky testů za měsíc duben. V 3. týdnu tohoto měsíce, tedy období od 18.4.2016 do 22.4.2016 zaznamenalo pokles výskytu vozidel nutných opakování testu o více jak 54 % v porovnání s prvním týdnem a o více jak 65 % v porovnání s 2. týdnem. Vzhledem k faktu, že za 4. týden měsíce dubna byly sledovány pouze 3 dny, nelze porovnávat celkové množství opakování testů v 3. a 4. týdnu. Porovnáním průměrného množství /den

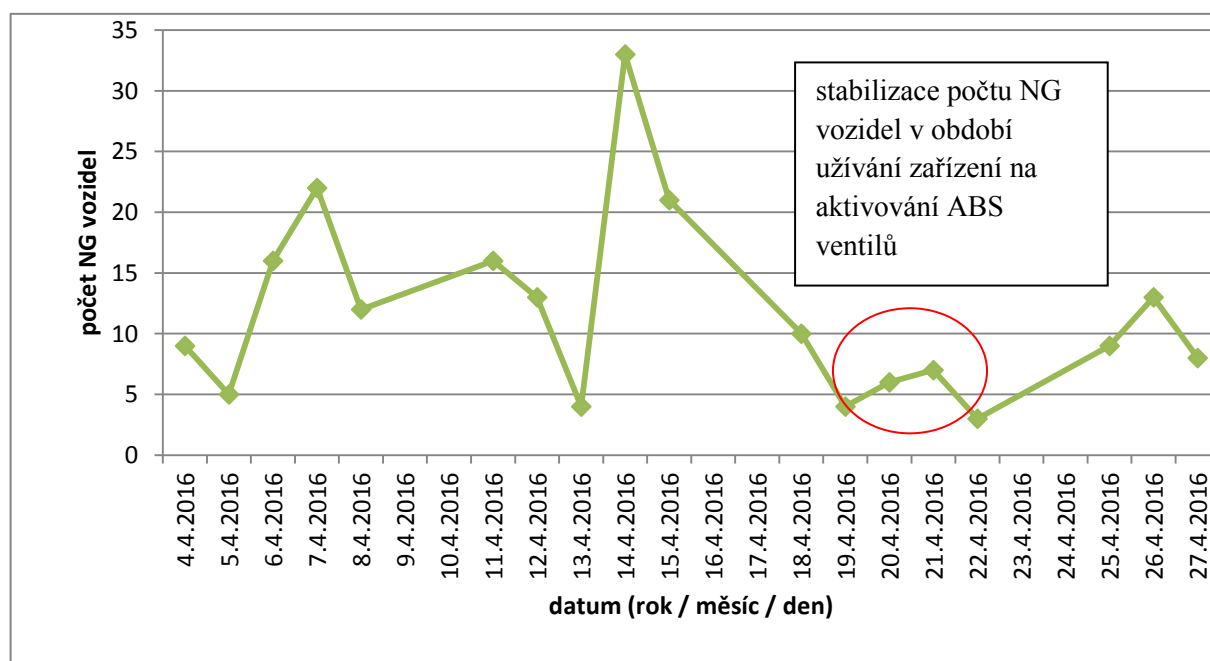
však zjistíme, že i ve 4. týdnu byl výskyt téměř dvojnásobný než v 3. týdnu, kdy byly dodatečně



aktivovány ventily přes inspekci brzdových systémů.

Tab. 2: ověření účinnosti poklesu NG vozidel použitím diagnostického zařízení

Na Grafu níže je možné vidět trend množství opakování testů vozidel inspekci na denní bázi. Oproti dalším týdnům v měsíci je patrné, že užíváním diagnostického zařízení v 3. týdnu se množství vozidel stabilizovalo téměř ve 4 po sobě jdoucích dnech, což v dalších dnech měsíce dubna, kdy tento diagnostický systém využit nebyl, se již neopakovalo.



Obr. 62: trend NG výsledku s použitím /bez použití realizovaného zařízení

Na základě analýzy realizovaného diagnostického zařízení můžeme předpokládat, že obdobná aplikace podsekvence aktivace ABS ventilů do zařízení Roll Brake má opodstatnění. I přes vysokou počáteční investici je velmi pravděpodobné, že stejně jako v sesterském závodě KMS dojde ke snížení a stabilizaci počtu vozidel, u kterých je zapotřebí opakovat proces inspekce z důvodu Ng výsledků ABS a ESP ventilů.

7 ZÁVĚR

Elektronické podvozkové systémy mají v oblasti automobilové elektroniky nepřehlédnutelnou roli především z hlediska bezpečnosti. I přes neustále rostoucí počet vozidel na cestách je trend v oblasti nehodovosti klesající, především díky podvozkovým asistenčním systémům. Tento fakt je ukazatelem toho, jak je velice důležitý vývoj elektroniky vozidel zejména v této oblasti. I přesto je dle mého názoru tak trochu přehlížena na úkor populárnějších elektronických systémů, jako regulace řízení motoru a s tím spojený chiptuning, popř. regulace emisí, či komfortních systémů, jejichž efekt je zkazníkem ihned viditelný a měřitelný. I to byl jeden z důvodů proč jsem chtěl blíže proniknout do problematiky elektronických podvozkových systémů, což se mi pomocí této diplomové práce myslím podařilo.

Nejrozšířenějším a také nejznámějším podvozkovým elektronickým systémem je ABS a ESP, které jsou blíže popsány v teoretické části. Důkladný popis jednotlivých komponent, jejich základní princip a účel je zmíněn v teoretické části. Dále bylo vozidlo Hyundai i30 nové generace, které posloužilo jako exemplární příklad této práce pro teoretickou část, kde bylo popsáno rozdělení sběrnic na CAN Body a CAN CHASSIS, jejich rozmístění ve vozidle a vyjmenování jednotlivých komponent. Jako nutný základ pro praktickou část bylo nutné porozumět blíže systému ABS a ESP jako celku, proto je v teoretické části také popsán základní princip funkce těchto systémů. Druhá část teoretické části byla věnována detailnímu popisu procesu EOL –end of line v souvislosti s elektronickými podvozkovými systémy. Tedy procesu, který má ve výrobním závodě na starosti kalibraci a testování. V rámci popisu tohoto procesu byly zmíněny postupy kalibrace a testování, které byly z důvodu lepšího porozumění procesu doplněny o rozsáhlá měření jak v dynamické zkušební válci, tak na samotné testovací dráze pomocí zařízení Canalyzer.

Praktická část již byla směřována k popisu samotného problému, který má tato diplomová práce řešit, a tedy problému v oblasti inspekce elektronických asistenčních systémů. Pro lepší pochopení problematiky byly zpracovány výsledky z předchozích měsíců a vytipovány konkrétní případy, tedy inspekce ABS a ESP ventilů. Poté následovaly týdny analýzy jednotlivých vozidel, až se podařilo zachytit problematické případy do numerické grafické podoby. Na základě zkušeností sesterského výrobce automobilů, který v minulosti řešil podobný problém, bylo podle jejich vzoru navrženo řešení v podobě modifikace zařízení. Přes vysoké pořizovací náklady a dlouhé dodací lhůty byl prostor a možnost bylo žádoucí efektivitu této investice. Cílem této diplomové práce bylo tedy vytvořit diagnostické zařízení s podobnými diagnostickými funkcemi jako navrhovaná modifikace zařízení a tímto zařízením provést testování, na základě kterého bude opodstatnitelný přínos tohoto řešení. Zbytek praktické části diplomové práce se zabýval návrhem, realizací a ověřením funkčnosti tohoto diagnostického řešení, které kromě aktivace ABS ventilů podporovalo základní diagnostické funkce čtení paměťových údajů a zobrazení naměřených hodnot. V rámci testování zařízení byly ověřeny realizované funkce, které byly pro lepší pochopení popsány a graficky znázorněny pomocí tzv. systémových proměnných. Druhá část vyhodnocení byla věnována testování na lince. Během měsíce dubna bylo provedeno testování, které bylo následně porovnáno se zbylými výsledky v daném měsíci. U vozidel před inspekčním procesem byly aktivovány ventily systému ABS. Tato aktivita byla prováděna během celého týdne na všech třech výrobních směnách, tzn. téměř 120 hodin užívání, což se pozitivně projevilo v poklesu vozidel nutných opakovaní inspekce ABS a ESP ventilů. I přes malý vzorek měřených dat bylo zjištěno, že touto aktivitou je možné snížit počet aut nutných opakovaní inspekce ABS a ESP ventilů o více než 60%.

Od uživatelů , kteří měli možnost s tímto zařízením pracovat, byly obdrženy zajímavé a věcné postřehy, které by při podobné realizaci jiné diagnostické aplikace mělo smysl zlepšit, především v oblasti zjednodušení obsluhy a lepší vizualizace navrženého panelu. Na základě zpětné vazby inspektorů jde však v konečném důsledku usuzovat, že zařízení pracovalo spolehlivě bez jakýchkoliv problémů po celou dobu testování.

Použitá literatura

Knihy

- [1] Rainer E. *Regulace jízdní dynamiky ESP*. 1. vyd. Stuttgart: Robert Bosch GmbH 1998. 63 s. ISBN 80-902585-8-1
- [2] Schmidt G. *Conventional and Electronic Braking Systems*. 1. vyd. Plochingen: Robert Bosch GmbH 2003. 134 s. ISBN 3-934584-60-8
- [3] Jičínský Š. *Osciloskop a jeho využití v autoopravářské praxi*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a. s. 2006. 238 s. ISBN 80-247-1417-5
- [4] Schaefer U. *Mikroelektronika v motorových vozidlech*. 1. vyd. Stuttgart: Robert Bosch GmbH 2001. 91 s. ISBN 80-903132-2-1
- [5] Štěrba P.; Čupera J. *Autoelektronika*. 1.vyd. Brno: Computer Press, a. s. 2010. 280 s. ISBN 978-80-251-2414-7
- [6] Zabler E. *Snímače v motorových vozidlech*. 1. vyd. Stuttgart: Robert Bosch GmbH 2001. 148 s. ISBN 80-903132-5-6
- [7] Documentation Capl functions base manual, Vector Informatik GMBH
- [8] Canoe_CAPLfunctionsManual, Vector Informatik GMBH

Internetové zdroje

- [9] http://cars.lovetoknow.com/Trends_in_the_Automotive_Industry [cit. 2015-011-20]
- [10] <http://www.icis.com/blogs/chemicals-and-the-economy/2014/> [cit. 2015-09-10]
- [11] <http://www.statista.com/statistics/200005/> [cit. 2015-11-10]
- [12] http://www2.humusoft.cz/www/archived/pub/matlab/09_06/haldex.htm [cit. 2015-09-10]
- [13] http://www.autorevue.cz/od-cervence-bude-abs-u-novych-automobilu-povinnosti_1/ [cit. 2015-09-10]
- [14] <http://www.car-engineer.com/esp-electronic-stability-program/> [cit. 2015-09-10]
- [15] <https://books.google.cz/books?id=yeEkBAAQBAJ&pg=PA139&dq=ESP+function+HSV&hl=cs&sa=X&ved=0ahUKEwjlkZKh5rXMAhVLD8AKHXGkA2YQ6AEIHDAA#v=onepage&q=ESP%20function%20HSV&f=false> [cit. 2016-02-14]
- [16] http://www.volkspage.net/technik/ssp/ssp/SSP_204.pdf [cit. 2016-02-14]
- [17] www.mathworks.com/help/simulink/examples [cit. 2016-02-14]

Firemní literatura

[18] ISO 15765-2

[19] *i30*. wiring harness schematic diagram 450 s.

[20] *ES95660* MOBIS Engineering standard, 2007. 116 s.

[21] *Podvozkové systémy audi*. Hamburg Leagas: Delaney GmbH, 2008. 160s.

[22] *Asistenční systémy VW*. Mladá Boleslav: Škoda Auto, 2007. 56 s.

[23] MobisAir Bleeding spec, HMKC engineering standard 2012,43s

Přílohy

P1 – Simulace systému ABS pomocí programu matlab simulink

P2 – Fotodokumentace inspekčního procesu elektronických asistenčních systémů v HMMC

P1 – Simulace systému ABS pomocí programu matlab simulink

-jak je uvedeno v [15], program Matlab Simulink obsahuje předdefinované bloky, díky kterým je možné provést základní simulace obecně známých systémů. Jedním z takovýchto předdefinovaných bloků je i blok MU – třecí křivky skluzu a blok pro výpočet rychlosti kola. na základě těchto bloků byla vytvořena jednoduchá simulace procesu řízení system ABS v uzavřené smyčce, která tematicky zapadá do této diplomové práce a díky vloženým grafům simulace vozidla s / bez funkce ABS je to názorná ukázka pro pochopení funkce tohoto systému

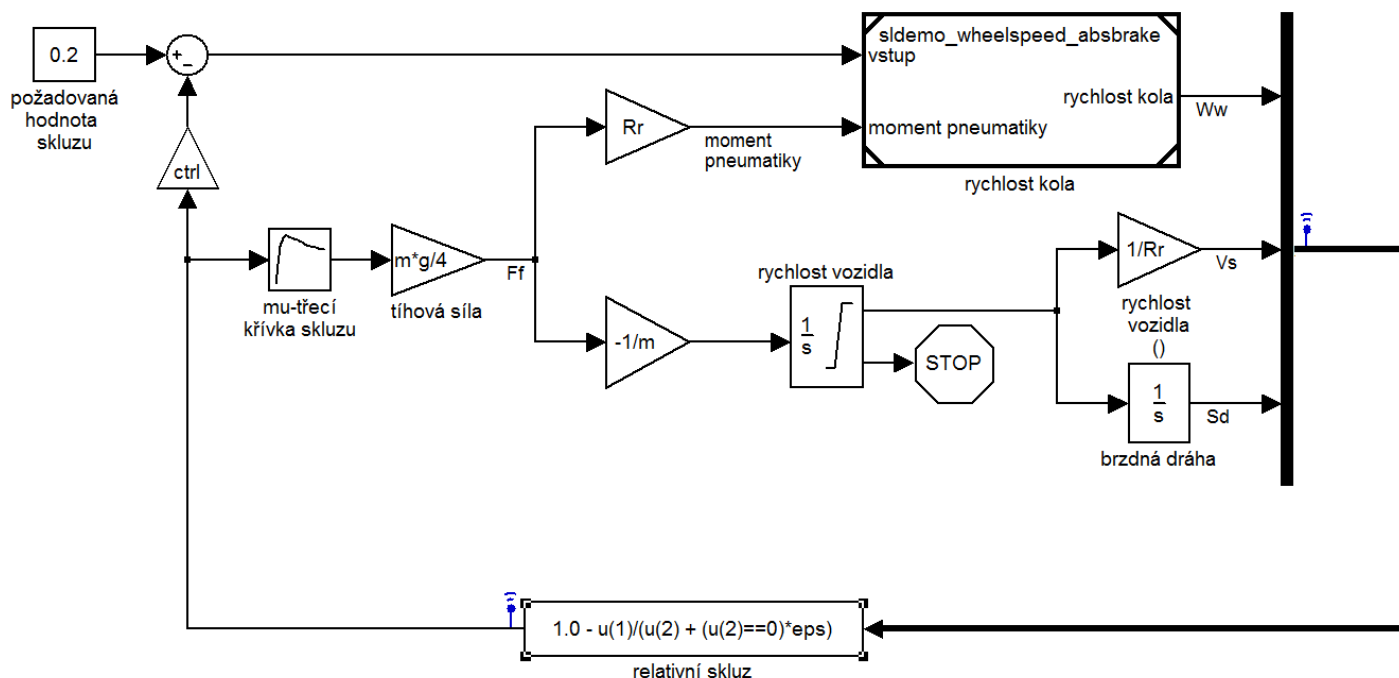
Proces řízení systému ABS v uzavřené smyčce

Za normálního jízdního stavu se kolo odvaluje počáteční úhovou rychlostí, která odpovídá rychlosti vozidla před brzděním. skluz kola je $= 0$, platí-li podmínka ze rychlost kola a rychlost vozidla je shodná a skluz kola $= 1$, pokud dojde k zablokování kola.

Požadovaná hodnota skluzu je 0.2, což znamená ze počet otáček kola je, při stejné rychlosti, 0.8 násobkem otáček nebrzděného volně se odvalujícího kola. Díky tomu faktu dochází ke zvýšení adheze mezi kolem a pneumatikou a snížení brzdné dráhy při určitém tření.

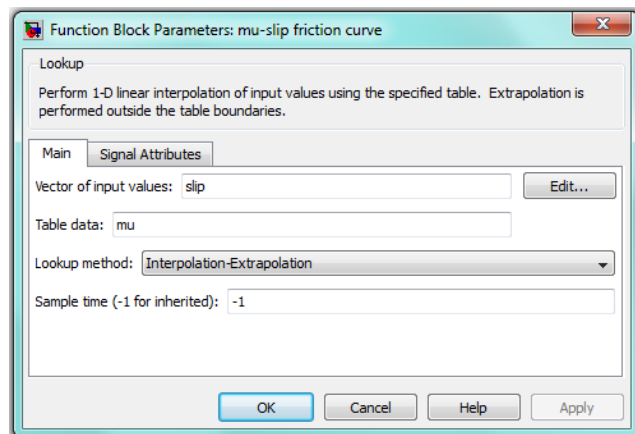
Vytváření ABS modelu

Pro jednodušší pochopení činnosti systému ABS byla, dle předlohy dostupné v programu Simulink, vytvořena a popsána simulace činnosti ideálního systému řízení ABS..



Obr.1: ideální model systému ABS

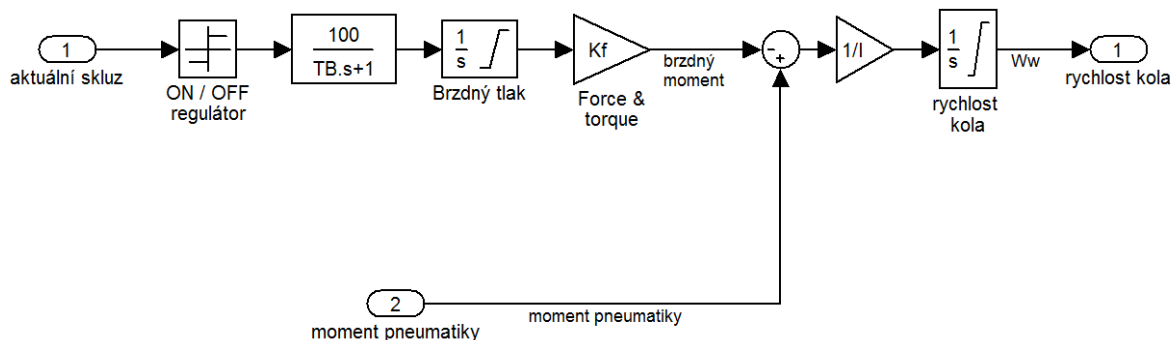
Koeficient tření vozovky mezi kolem a pneumatikou, μ , je funkce představující křivku brzdného skluzu, která byla zmíněná v teoretické části. Křivka μ -skluzu je již v matlabu vytvořena jako funkční blok proměnných, na základě proměnných v blokovém diagramu použitím funkce lookup table.



Obr. 2: nastavení parametrů funkčního bloku MU-skluzu

Tento model představuje ideální systém regulace řízení ABS, který využívá jednotkové řízení regulace (střídání stavu zapnuto / vypnuto). Jako požadovaná hodnota skluzu je nastavena hraniční hodnota MU-křivky mezi stabilní a nestabilní zónou., díky čemu je dosažena optimální hodnota brzdné vzdálenosti.

Pro výpočet rychlosti vozidla je použitý samostatný blok o dvou vstupních a jedné výstupné proměnné.



Obr. 3: blok pro výpočet úhlové rychlosti kola

Na základě vstupu aktuálního skluzu, který je porovnáván s požadovaným skluzem, a momentu pneumatiky, dochází k výpočtu úhlové rychlosti kola

Pro docílení požadované hodnoty brzdného tlaku v brzdovém systému model odečítá aktuální hodnotu skluzu od požadované hodnoty a posílá výsledný signál do jednotkového regulátoru, který reguluje ve stavech +1 nebo -1. Tento regulátor stavu zapnuto / vypnuto je spojen s blokem náběhu brzdného tlaku, který simuluje časovou prodlevu brzdného účinku způsobenou šířením brzdného tlaku potrubím. Tato filtrovaná hodnota je dále integrována na výstupní aktuální brzdný tlak. Výstupní signál je dále vynásoben plochou pístku brzdy a rozsahem vůči brzděnému kolu (K_f), čímž je na výstupu docílen brzdný moment působící na kolo.

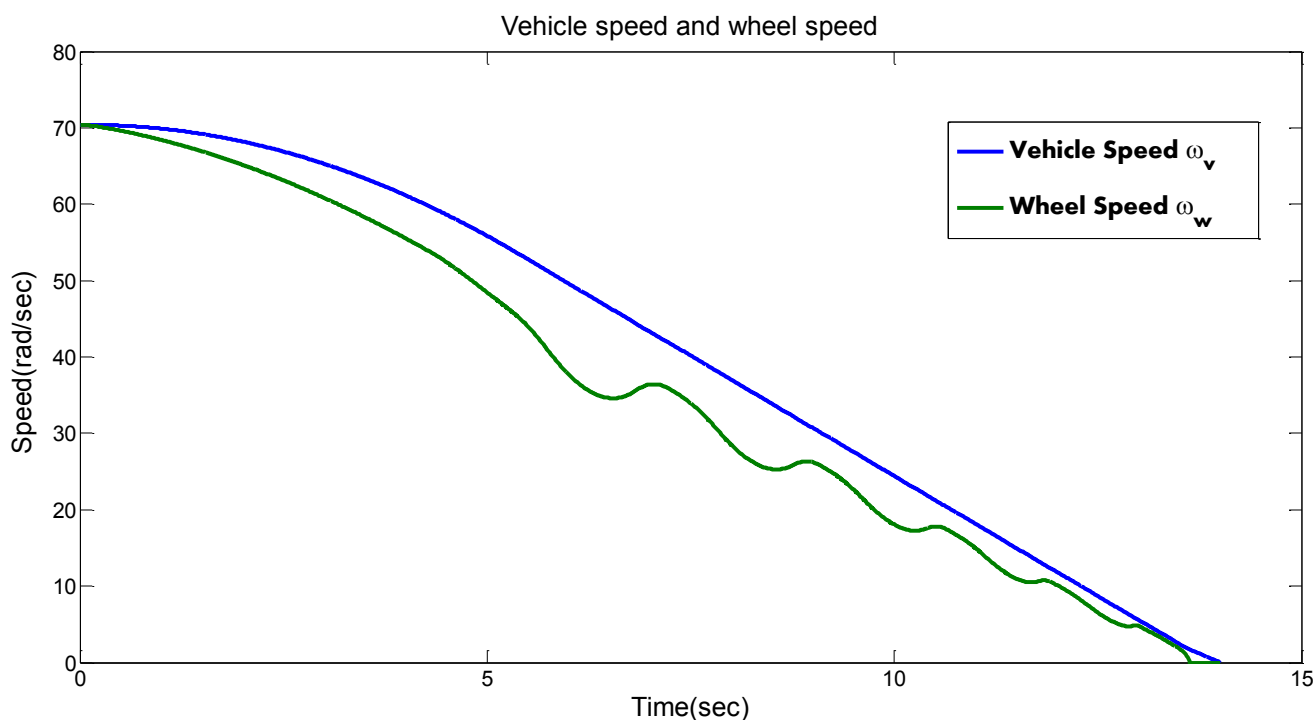
Hlavní model násobí třecí sílu na kole s poloměrem kola, aby na vstupu do bloku pro výpočet rychlosti byl moment zrychlení kola na povrchu vozovky. Od něj je odečten vypočítaný brzdný moment na kole, aby blok pro výpočet rychlosti pracoval pouze s reálným momentem kola. Podílem reálného momentu kola momentem setrvačnosti I dostaneme zrychlení kola a jeho integrací rychlost kola.

Simulace činnosti modelu ABS

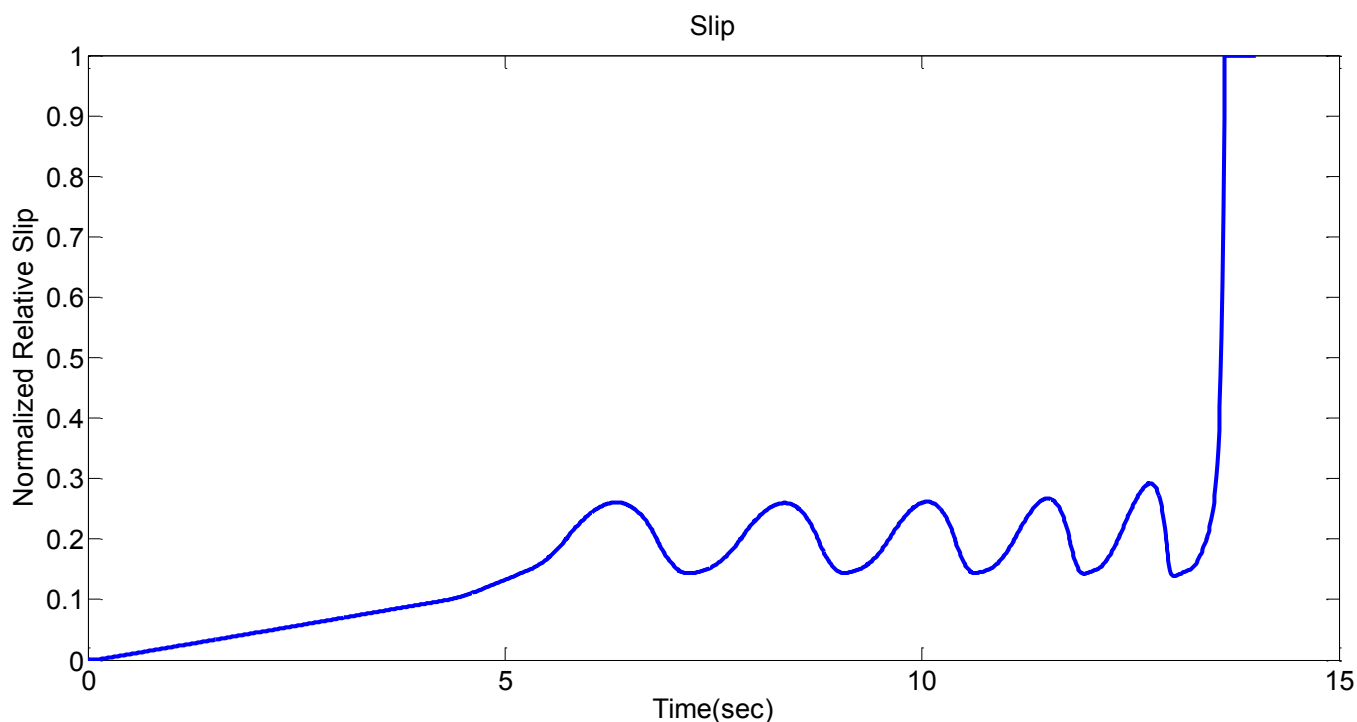
Grafy č. 3 a 4 znázorňují funkci ideálního systému ABS.

Graf č. 3 ukazuje porovnání úhlové rychlosti kola s úhlovou rychlostí vozidla. Z průběhů je patrné, že rychlost kola zůstává vždy pod úrovní rychlosti vozidla, aniž by došlo k jeho zablokování, a tím rychlost vozidla klesá k nule za čas t kratší než 15 sec.

Graf 4 znázorňuje oscilaci průběhu křivky kolem požadované hodnoty skluzu 0.2 až do úplného zastavení vozidla.



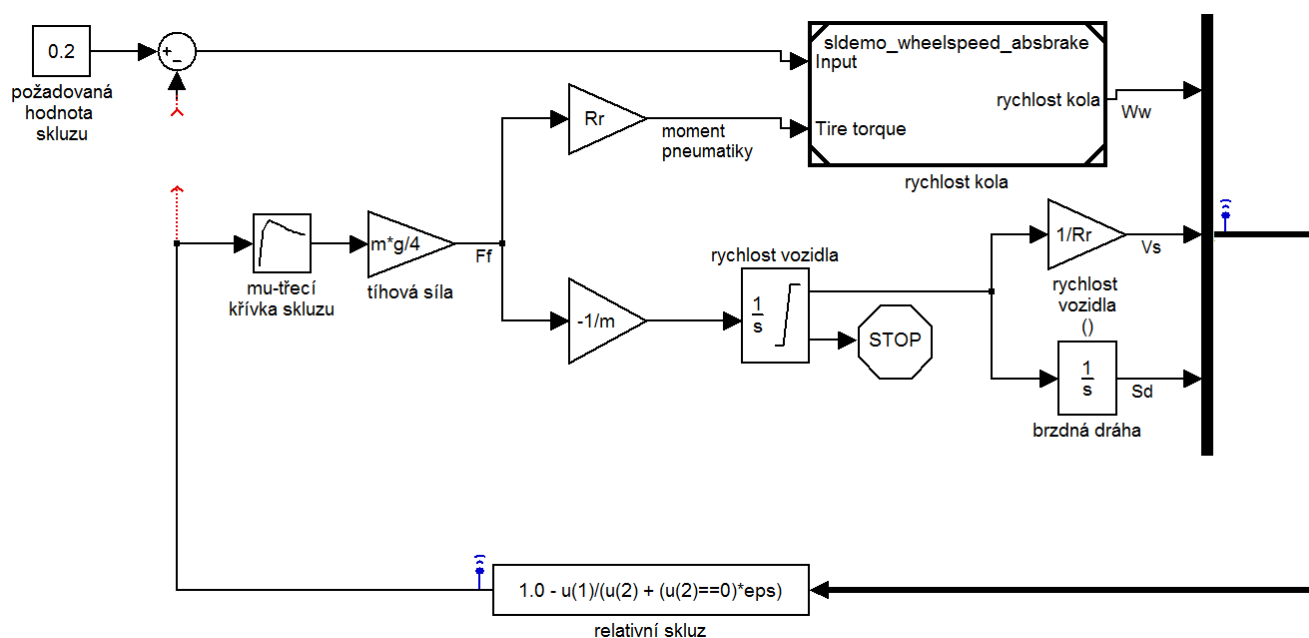
Obr. 4: simulace brzdění s ABS funkcí (rychlost kola vs rychlost vozidla)



Obr. 5: simulace brzdění s ABS funkcí (skluz kola)

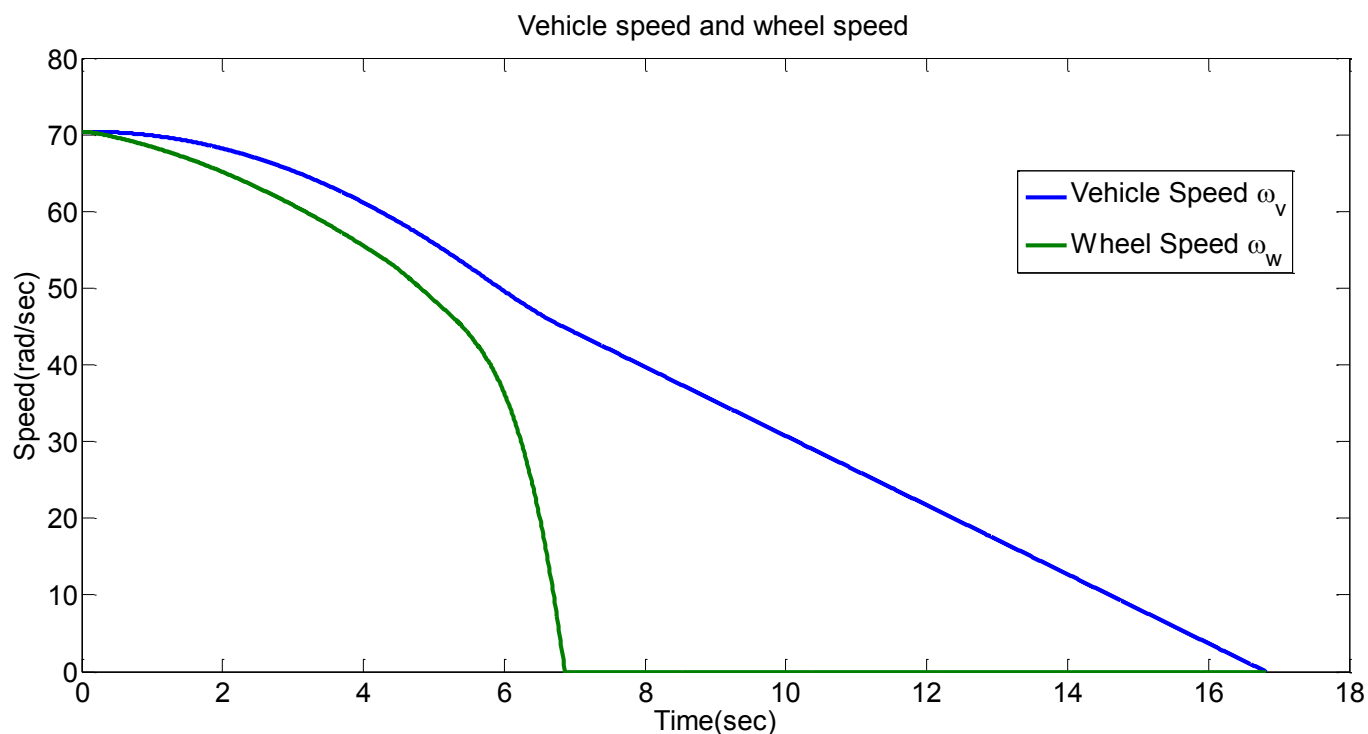
činnosti modelu bez funkce ABS

Pro úplné pochopení činnosti systému ABS je také zapotřebí nasimulovat stav brzdění bez činnosti ABS. Vyjmutím zpětné vazby skluzu do regulátoru můžeme jednoduše nasimulovat maximální brzdění.

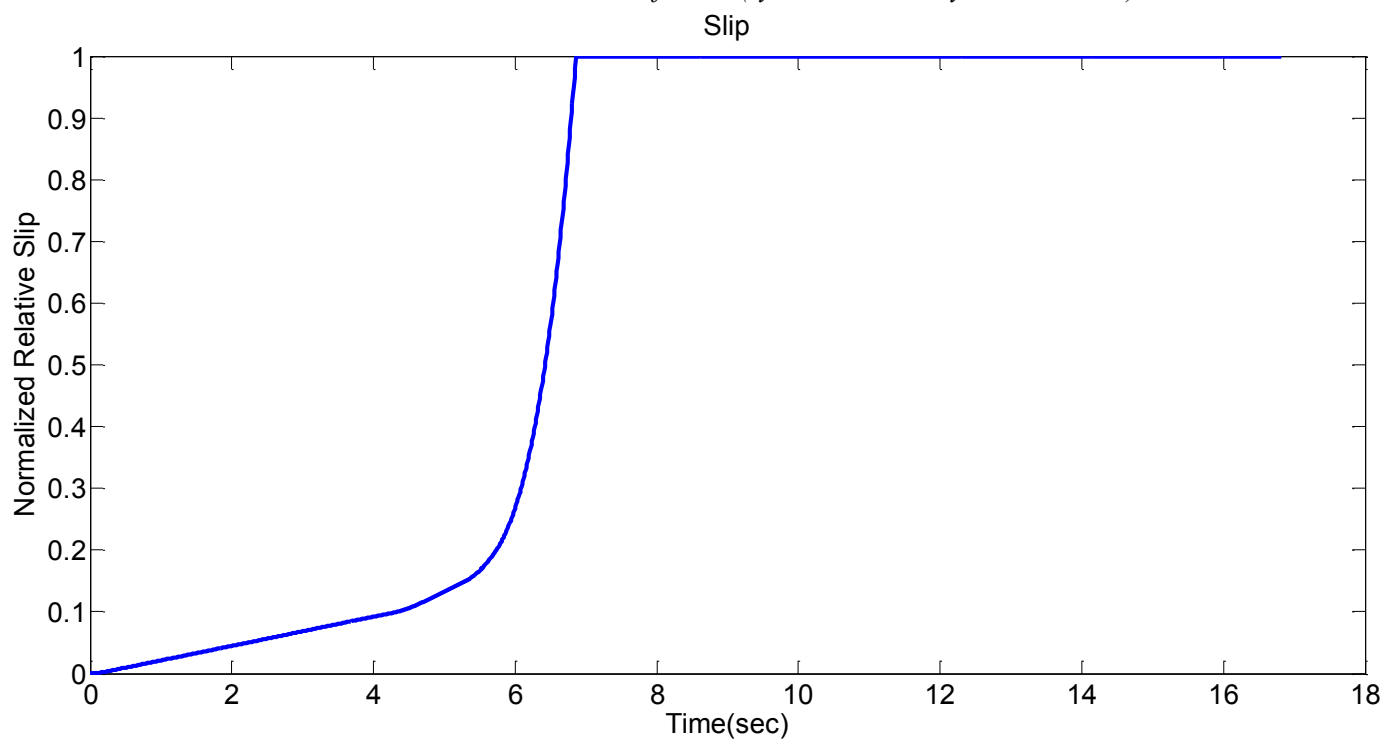


Obr. 6: ideální model bez funkce ABS

Křivka skluzu při nefunkčním ABS ukazuje, že k zablokování kola došlo zhruba kolem sedmé vteřiny. V rozmezí sedmé až konečné sedmnácté vteřiny, kdy maximálním brzděním bylo kolo zablokováno, se hodnota skluzu pohybovala pod úrovní optimálního průběhu skluzu kola. Díky tomu došlo ke skluzu kola namísto odvalování a třecí síla prudce klesla.



Obr. 7: simulace brzdění bez ABS funkce (rychlost kola vs rychlost vozidla)



Obr. 8: simulace brzdění bez ABS funkce (skluz kola)

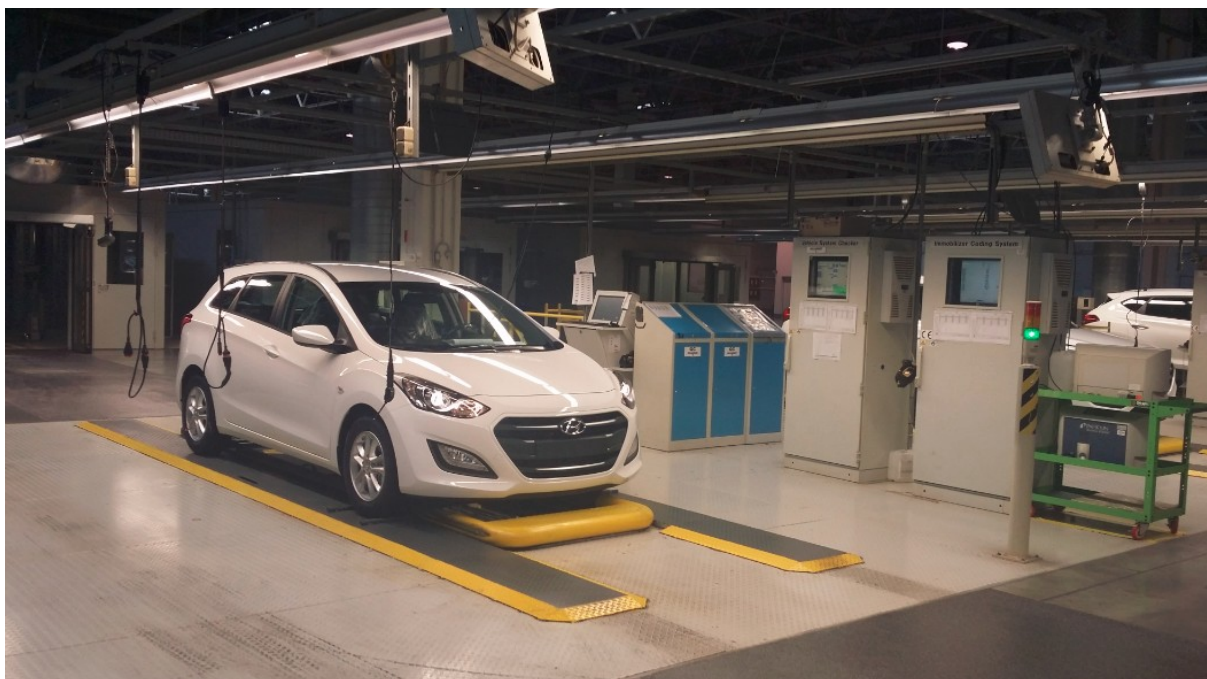
P2 – Fotodokumentace inspekčního procesu elektronických asistenčních systémů v HMMC



Obr. 1 – Stanice Error Code Eraser



Obr. 2 – Stanice Roll brake



Obr. 3 – Stanice HADS



Obr. 4 – kontrola Hill assist kontrol na testovací dráze



Obr. 5 – kontrola ESP funkce na testovací dráze



Obr. 6 – kontrola ABS funkce na testovací dráze



Obr. 7 – kontrola ESS funkce na testovací dráze



Obr. 8 – aktivace ABS ventilů pomocí realizovaného zařízení